

UNIVERZITET U SARAJEVU  
EKONOMSKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**MEĐUZAVISNOST CIJENA ENERGENATA I TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI  
EVROPSKIH KOMPANIJA ZA OBNOVLJIVU ENERGIJU**

Sarajevo, novembar 2023. godine

ENIS SLATINA

U skladu sa članom 54. Pravila studiranja za I, II ciklus studija, integrisani, stručni i specijalistički studij na Univerzitetu u Sarajevu, daje se

### **IZJAVA O AUTENTIČNOSTI RADA**

Ja, Enis Slatina, student/studentica drugog (II) ciklusa studija, broj index-a 5318-75041 na programu menadžment, smjer Finansijski menadžment i bankarstvo, izjavljujem da sam završni rad na temu:

#### **MEĐUZAVISNOST CIJENA ENERGENATA I TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI EVROPSKIH KOMPANIJA ZA OBNOVLJIVU ENERGIJU**

pod mentorstvom prof.dr.Lejla Lazović-Pita izradio samostalno i da se zasniva na rezultatima mog vlastitog istraživanja. Rad ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene materijale drugih autora, osim onih koji su priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija uključujući i alate umjetne inteligencije.

Ovom izjavom potvrđujem da sam za potrebe arhiviranja predao elektronsku verziju rada koja je istovjetna štampanoj verziji završnog rada.

Dozvoljavam objavu ličnih podataka vezanih za završetak studija (ime, prezime, datum i mjesto rođenja, datum odbrane rada, naslov rada) na web stranici i u publikacijama Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta.

U skladu sa članom 34. 45. i 46. Zakona o autorskom i srodnim pravima (Službeni glasnik BiH, 63/10) dozvoljavam da gore navedeni završni rad bude trajno pohranjen u Institucionalnom repozitoriju Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta i da javno bude dostupan svima.

Sarajevo, 16/10/2023.

Potpis studenta/studentice:

## SAŽETAK

Ovaj rad ispituje postojanje potencijalne međuzavisnosti između cijene energenata u prvom redu sirove nafte i cijene dionica kompanija koje se bave obnovljivom energijom u Evropi.

Nakon pregleda aktuelne literature na navedenu temu datom u uvodu, rad započinjemo prikazom najznačajnijih predstavnika energije iz neobnovljivih i obnovljivih izvora i strukturom njihove potrošnje na globalnom nivou kao i na koji način se oni tretiraju na tržištu. U nastavku je dat prikaz svjetske i evropske legislative u pogledu tretmana energije iz obnovljivih izvora, jer je najveći fokus upravo na njima.

Empirijsko istraživanje je sprovedeno metodama multivarijante statističke analize u prvom redu vektorskim autoregresivnim modelom (VAR). Analiza obuhvata sedmične podatke u osmogodišnjem vremenskom periodu od 2015. godine do kraja 2022. godine.

Rezultati empirijskog istraživanja pokazuju da je potencijalna veza cijene fjučersa sirove nafte tipa Brent i vrijednosti indeksa European Renewable Energy Total Return pozitivna, jer je izračunati koeficijent korelacije pozitivan. Rezultati estimiranog bivarijantnog VAR modela pokazuju da postoji statistički značajna međuzavisnost između posmatranih varijabli, dok Grange-ovim testom kauzalnosti dolazimo do zaključka da prošle vrijednosti European Renewable Energy Total Return Indeksa pomažu u predviđanju budućih cijena fjučersa na sirovu naftu tipa Brent. Johansen-ovim testom kointegracije zaključujemo da se međuzavisnost između posmatranih varijabli prenosi i na dugi rok.

## **ABSTRACT**

This paper examines the potential relationship between the price of non-renewable energy resources, primarily crude oil, and the stock prices of renewable energy companies in Europe.

After a most recent literature review as indicated in the introduction, the study analyses renewable and non-renewable sources of energy, the structure of their consumption, as well as how they are treated in the market. Furthermore, an overview of world and European legislation in the treatment of energy from renewable sources has been investigated.

Empirical research was conducted using the methods of multivariate statistical analysis, namely Vector Autoregressive Model (VAR). The analysis includes weekly data over an eight-year period, from 2015 to the end of 2022.

The results of the empirical research indicate that there is a potential positive association between the Brent crude oil futures prices and the value of the European Renewable Energy Total Return index, because the calculated correlation coefficient is positive. The results of the estimated bivariate VAR model show that there is a statistically significant relationship between the observed variables. The results from the Grange causality test indicate that the past values of the European Renewable Energy Total Return Index may be used to predict future prices of Brent crude oil. Through the Johansen cointegration test, we conclude that the relationship between the observed variables may be projected in the long run.

# SADRŽAJ

<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Predmet i problem istraživanja .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Ciljevi istraživanja .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Istraživačka pitanja .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Metodologija istraživanja.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5Očekivani doprinos rada .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ENERGIJA IZ NEOBNOVLJIVIH IZVORA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Teorijski osnov i vrste energije odnosno energenata iz neobnovljivih izvora.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Sirova nafta .....	5
2.1.2 Nuklearna energija .....	6
2.1.3 Ugalj.....	7
2.1.4 Prirodni gas .....	7
<b>2.2. Savremeni trendovi u potrošnji energije iz neobnovljivih izvora .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Potrošnja sirove nafte.....	8
2.2.2 Potrošnja nuklearne energije .....	10
2.2.3 Potrošnja uglja.....	13
2.2.4 Potrošnja prirodnog gasa.....	15
<b>2.3 Berzansko kretanje cijena energenata iz obnovljivih izvora u zemljama Evrope .....</b>	<b>17</b>
<b>3. ENERGIJA IZ OBNOVLJIVIH IZVORA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Teorijski osnov i vrste energije iz obnovljivih izvora .....</b>	<b>21</b>
3.1.1 Biomasa.....	22
3.1.2 Hidroenergija.....	22
3.1.3 Geotermalna energija .....	22
3.1.4 Energija vjetra .....	22
3.1.5 Solarna energija.....	22
<b>3.2. Savremeni trendovi u potrošnji energije iz obnovljivih izvora .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Savremeni trendovi kretanja cijena kompanija iz obnovljivih izvora.....</b>	<b>25</b>

<b>4. MEĐUZAVISNOST CIJENA ENERGENATA I TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI KOMPANIJA ZA OBNOVLJIVU ENERGIJU- PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>29</b>
<b>5. PREGLED NAJVAŽNIJE LEGISLATIVE U POGLEDU TRETMANA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Svjetski pogled na obnovljivu energiju .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Evropski pogled na obnovljivu energiju .....</b>	<b>34</b>
<b>6. EMPIRIJSKI DIO RADA .....</b>	<b>38</b>
<b>6.1 Dizajn i metodologija istraživanja.....</b>	<b>38</b>
<b>6.2 Korišteni podaci i varijable od interesa .....</b>	<b>39</b>
<b>6.3 Rezultati i diskusija .....</b>	<b>41</b>
6.3.1 Deskriptivna statistika i koeficijent korelacije .....	41
6.3.2 Estimacija VAR modela.....	42
6.3.2.1 <i>Provjera stabilnosti VAR modela .....</i>	<i>47</i>
6.3.3 Grange-ov test kauzalnosti .....	50
6.3.4 Testiranje postojanja dugoročne veze između vrijednosti ERIX i BRENT .....	51
<b>7. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCE .....</b>	<b>55</b>

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafik 1 Ukupna potrošnja sirove nafte prema odabranim geografskim oblastima.....	8
Grafik 2 Potrošnja sirove nafte per capita prema odabranim geografskim oblastima.....	9
Grafik 3 Udio utrošene nafte u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima.....	10
Grafik 4 Ukupna potrošnja nuklearne energije prema odabranim geografskim oblastima.....	11
Grafik 5 Potrošnja nuklearne energije per capita prema odabranim geografskim oblastima....	11
Grafik 6 Udio utrošene nuklearne energije u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima.....	12
Grafik 7 Ukupna potrošnja uglja prema odabranim geografskim oblastima .....	13
Grafik 8 Potrošnja uglja per capita prema odabranim geografskim oblastima .....	14
Grafik 9 Udio utrošenog uglja u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima.....	15
Grafik 10 Ukupna potrošnja prirodnog gasa prema odabranim geografskim oblastima.....	16
Grafik 11 Potrošnja prirodnog gasa per capita prema odabranim geografskim oblastima .....	16

Grafik 12 Udio utrošenog prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima.....	17
Grafik 13 Historijsko kretanje cijene jučersa na sirovu naftu tipa Brent (cijena je u dolarima za jedan barel) .....	19
Grafik 14 Kretanje cijena prirodnog gasa za EU (izraženo u eurima po megavat-času) .....	20
Grafik 15 Kretanje cijene fjučersa uglja za EU API2 Rotterdam (izraženo u dolarima za tonu) .....	21
Grafik 16 Potrošnja obnovljive energije prema odabranim geografskim oblastima .....	23
Grafik 17 Potrošnja obnovljive energije per capita prema odabranim geografskim oblastima.....	24
Grafik 18 Udio utrošene obnovljive energije u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima.....	25
Grafik 19 Historijsko kretanje cijena The WilderHill Clean Energy index (cijene su izražene u američkim dolarima).....	26
Grafik 20 Historijsko kretanje cijena S&P Global Clean Energy Index (cijene su izražene u američkim dolarima).....	27
Grafik 21 Historijsko kretanje cijena European Renewable Energy Total Return Index (cijene su izražene u eurima).....	29
Grafik 22 Grafički prikaz korištenih podataka o vrijednosti ERIX u analizi.....	40
Grafik 23 Grafički prikaz korištenih podataka o vrijednosti fjučersa na BRENT u analizi.....	40
Grafik 24 prikaz rezidualnih odstupanja od svoje aritmetičke sredine .....	49

## POPIS SLIKA I TABELA

Slika 1 Prikaz karakterističnih vrijednosti unutar jediničnog kruga.....	48
Tabela 1 Lista kompanija koje sačinjavaju European Renewable Energy Total Return Index	28
Tabela 2 Deskriptivna statistika varijabli od interesa.....	41
Tabela 3 Koeficijent korelacije između BRENT i ERIX .....	42
Tabela 4 Rezultati testova jediničnog korijena za varijable ERIX i BRENT .....	43
Tabela 5 Rezultati informacionih kriterijuma za određivanje dužine pomaka ERIX i BRENT .....	44
Tabela 6 Rezultati estimiranog VAR(1) modela .....	45
Tabela 7 Rezultati testa stabilnosti VAR modela.....	48
Tabela 8 Deskriptivna statistika reziduala u modelu.....	48
Tabela 9 Rezultati Langrage-multiplier testa serijske autokorelacije .....	50
Tabela 10 Rezultati Granger-ovog testa kauzalnosti .....	50
Tabela 11 Rezultati testova jediničnog korijena za varijable dERIX i dBRENT .....	51
Tabela 12 rezultati Johansen-ovog testa kointegracije.....	52

## **POPIS SKRAĆENICA**

AIC - Akaike Information Criterion

API- American Petroleum Institute

AR- Autoregressive model

COPs- Conference of Parties

EC- European Commission

ECO- The WilderHill Clean Energy index

EGDIP -The European Green Deal Investment Plan

EIA- U.S. Energy Information Administration

ERIX- European Renewable Energy Total Return

EU- European Union

GWh- Gigavat- časovi

HQIC- Hannan i Quinn Information Criterion

IEA- International Exchange

KWh- Kilovat- časovi

MWh- Megavat časovi

NCDs- Nationally Determined Contributions

OPEC- Organisation Of Petroleum Exporting Countries

SAD- Sjedinjene Američke Države

SBIC - Schwartz Bayesian Information Criterion

TTF - Title Transfer Facility

UNCBD - United Nations Convention on Biological Diversity

UNCCD - United Nations Convention to Combat Desertification



UNCED - United Nations Conference on Environment and Development

UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change

VAR- Vector Autoregressive Model

WTI- West Texas Intermediate

# 1.UVOD

Brzi rast i razvoj ljudskog društva u svim aspektima proteklih decenija, a posebno u procesu industrijalizacije doveo do povećane potražnje za energijom u svim njenim oblicima. Fosilna goriva su kroz historiju bila glavni izvor energije, a u protekloj deceniji je oko 80% potreba za energijom zadovoljeno iz ovog izvora (Yıllancı i Altınsoy, 2022). Samo u 2021. godini je na svjetskom nivou utrošeno 136.018 teravat-časova energije iz fosilnih goriva, što predstavlja 82,28% od ukupno prikupljene energije (Ritchie, Roser i Rosado, 2020).

Iako postoji bezbroj prednosti u korištenju fosilnih goriva u smislu ubrzanog rasta i razvoja ekonomija u svijetu, njihova sve veća upotreba dovodi do povećanja zagađenosti životne sredine i klimatskih promjena koje prijete našoj civilizaciji. Rastuće emisije iz neobnovljivih izvora energije, kao na primjer, ugljen-dioksida, izazvaju ozbiljne štete za ekosisteme i podstiču globalno zagrijavanje na zemlji. Stoga je važnost prepoznavanja alternativnih izvora energije, kao što je energija iz obnovljivih izvora, od ključnog značaja za ublažavanje štetnih posljedica koje proizvode neobnovljivi izvori energije odnosno fosilna goriva i nastavak života na ovoj planeti (An et al., 2021).

Početak ovog stoljeća dolazi do ozbiljnog povećanja investicija u obnovljive izvore energije, pa se tema o smanjenju zagađivanja i korištenja više energije iz obnovljivih izvora počela sve više aktualizirati. Ulaganja u obnovljive izvore energije u pravilu zahtijevaju dobro razvijene mehanizme finansiranja. Jedan od najčešćih oblika finansiranja jeste i putem tržišta kapitala, odnosno putem berzi, pa je samim tim brzi rast ulaganja u čistu energiju izazvao veliko interesovanje među investitorima u pogledu determinanti i učinaka ulaganja u obnovljive izvore energije. Pored investitora sa berzanskih tržišta, za sektor obnovljive energije zainteresovani su i kreatori ekonomskih politika, koji žele na što bolji način usmjeriti javnu potrošnju ka smanjenju zagađivanja i unaprijeđivanju životne sredine, kao i smanjenja zavisnosti od fosilnih goriva.

Tema o energiji iz obnovljivih izvora kao glavnim supstitutima fosilnim gorivima je veoma aktuelna u današnjim uslovima i podstakla je istraživače da istražuju i ispituju potencijalne veze i odnose između ovih varijabli.

## 1.1 Predmet i problem istraživanja

Kako se svijet suočava sa velikim izazovima u pogledu klimatskih promjena koji proizilaze iz crpljenja energije iz neobnovljivih izvora, postaje jasno da takav sistem više nije održiv i postoji sve veća potreba za značajnijim pomakom prema korištenju obnovljivih izvora energije. Tema uspostavljanja odnosa među obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije je veoma aktuelna

i stoga predmet ovog istraživanja jeste ispitati postojanje potencijalne međuzavisnosti između cijene energenata i tržišne vrijednosti kompanija koje se bave obnovljivom energijom na evropskim tržištima.

Referišući se na prethodno navedeno možemo identifikovati problem istraživanja. Najveći izazov u ovom istraživanju jeste utvrditi da li uopšte postoji veza između cijena energenata i cijene dionica kompanija za obnovljivu energiju u Evropi.

## **1.2 Ciljevi istraživanja**

Ciljevi istraživanja su:

- Dati sveobuhvatni pregled postojeće literature u domenu međuzavisnosti kretanja cijene energenata i tržišne vrijednosti kompanija za obnovljivu energiju čiji je dosadašnji fokus bio na američkim i azijskim tržištima
- Teorijski obrazložiti i prikazati rezultate pregleda literature u pogledu postojanja međuzavisnosti cijena nafte i cijena dionica kompanija koje se bave proizvodnjom obnovljive energije
- Detaljno analizirati evropsku legislativu i ostalu dostupnu literaturu u pogledu tretmana energije iz obnovljivih izvora i dosadašnjih dostignuća na ovom polju u Evropi
- Komparirati dobijene rezultate pregleda postojeće literature sa aktuelnim stanjem u evropskim zemljama
- Na bazi prikupljenih podataka, empirijski analizirati eventualno postojanje međuzavisnosti cijena energenata, u prvom redu, sirove nafte i cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju u Evropi

## **1.3 Istraživačka pitanja**

Da bi smo ispitali potencijalnu međuzavisnost između cijena energenata i tržišne vrijednosti kompanija za obnovljivu energiju u Evropi postavljamo sljedeća istraživačka pitanja:

1. Da li postoji međuzavisnost cijena energenata i tržišne vrijednosti evropskih kompanija za obnovljivu energiju?
2. Da li postoji dugoročna veza između cijena energenata i tržišne vrijednosti evropskih kompanija za obnovljivu energiju?

## 1.4 Metodologija istraživanja

U cilju davanja odgovora na postavljena istraživačka pitanja i postizanja istraživačkih ciljeva u ovom radu koristit će se različite relevantne naučne i statističke metode.

U teorijskom dijelu rada biće primjenjena metoda deskripcije kako bi se na relevantan način predstavile i opisale vrste energije iz obnovljivih i obnovljivih izvora, kao i dosadašnja dostignuća u razvoju i tretmanu obnovljive energije u svijetu i Evropi. Metodom komparacije ćemo porediti određene geografske oblasti kako bi utvrdili kakva je struktura potrošnje energenata u pojedinjenim oblastima.

Podaci neophodni za ovo istraživanje su prikupljeni iz dostupnih sekundarnih izvora podataka. U ovom istraživanju će se koristiti podaci iz različitih izvora: knjige, naučno-istraživački radovi, članci i podaci sa berzi i zvaničnih web sajtova. Baze podataka kao što su Web of Science i Google Scholar iskorištene su za pisanje pregleda literature odnosno dosadašnjih empirijskih istraživanja u kojem će se najviše metodama analize i sinteze pokušati definisati odnosi između cijena energenata i formirati očekivanja za empirijski dio rada.

Empirijski dio rada će se sastojati iz nekoliko cjelina i u njemu će biti primjenjena statistička metoda za analizu i donošenje zaključaka. Tabelaarnim i grafičkim prikazima kretanja cijena energenata, u prvom redu - nafte i cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju će se nastojiti predstaviti kretanje ovih varijabli kroz vrijeme i pokušati uočiti određeni obrasci u kretanju. Deskriptivnom analizom ćemo bliže predstaviti posmatrane varijable, njihove karakteristike i značenje, dok će za uspostavljanje uzročno-posljedičnih veza biti korištene odgovarajuće statističke metode multivarijantne statistike u prvom redu vektorski autoregresivni modeli (VAR).

Induktivni pristup će biti korišten kako bi se na osnovu dobijenih rezultata o vezi između pojedinačnih indeksa došlo do opštih zaključaka relevantnih za oblast koja se istražuje i doprinjelo postojećoj literaturi.

U svrhu empirijske analize će se koristiti podaci o historijski kretanjima cijene fjučersa na sirovu naftu tipa Brent, kao pokazatelja kretanja na tržištu energenata, dok ćemo za praćenje tržišne vrijednosti kompanija koje se bave obnovljivom energijom u Evropi koristiti vrijednost European Renewable Energy Total Return (ERIX) indeksa.

U cijelom radu, a posebno u cilju izvođenja zaključaka i preporuka za dalja istraživanja, na bazi ranije korištene metode analize, koristit će se i metoda sinteze.

Alati koji će se koristiti za obradu kvantitativnih podataka i koji će pomoći u donošenju zaključaka o predstavljenim problemima jesu Microsoft Excel i Stata 13. Microsoft Excel će se

koristiti za izradu većine grafičkih i tabelarnih prikaza, kao i za samu pripremu baze podataka koja će se koristiti u empirijskom dijelu rada. Sve izračune, počev od deskriptivne statistike pa do složenijih postupaka empirijske analize vršit će se u program Stata 13.

## **1.5 Očekivani doprinos rada**

Ova studija predstavlja dodatni korak ka upoznavanju energije iz obnovljivih izvora, njenog značaja i potrošnje kao i utvrđivanja moguće povezanosti sa neobnovljivim izvorima energije sa aspekta finansijskog tržišta.

Prema dosadašnjim saznanjima ovo je prva studija ovakve vrste, koja pruža sveobuhvatan prikaz o pojmu i značaju pojedinjenih izvora obnovljive i neobnovljive energije, njihovog tretmana na finansijskim tržištima i koja razmatra potencijalnu međuzavisnost između obnovljivih i neobnovljivih izvora energije sa finansijskog aspekta.

Dosadašnja istraživanja bavila su se samo ispitivanjem odnosa između cijene neobnovljive energije i cijena dionica kompanija koje se bave obnovljivom energijom, bez dublje analize značaja pojedinjenih izvora energije u potrošnji i primarno na tržištima izvan evropskog kontinenta. Ova studija se odnosi na ispitivanje potencijalne međuzavisnosti cijena energenata i cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju na evropskom tržištu, što ujedno smatram i najvećim doprinosom postojećoj literaturi na slične teme u kojoj je evropski kontinent zastavljen u ovakvoj vrsti analize.

## **2. ENERGIJA IZ NEOBNOVLJIVIH IZVORA**

### **2.1. Teorijski osnov i vrste energije odnosno energenata iz neobnovljivih izvora**

Najpoznatija klasifikacija izvora energije u svijetu jeste na neobnovljive izvore i obnovljive izvore energije (Rybár, Kudelas i Beer, 2015). Neobnovljivi izvori energije kako im samo ime kaže nisu obnovljivi, odnosno eksploatacijom ove vrste energije dolazi do iscrpljivanja resursa zemlje koji nisu obnovljivi u kratkom periodu (Steiner *et al.*, 2000). U energiju iz neobnovljivih izvora spadaju sirova nafta, nuklearna energija, gas i ugalj. Nafta, prirodni gas i ugalj zajedničkim imenom se nazivaju fosilna goriva. Fosilna goriva su nastala različitim prirodnim procesima od ostataka uginulih biljaka i životinja tokom hiljada godina u prošlosti. Fosilna goriva su kako smo već prethodno i napomenuli kroz historiju bila glavni izvor energije (Yılancı i Altınsoy, 2022). U narednom dijelu ćemo posvetiti malo više pažnje svakom od neobnovljivih izvora energije.

### 2.1.1 Sirova nafta

Sirova nafta predstavlja najzastupljenije fosilno gorivo koje se koristi za dobijanje energije (Wu i Chen, 2019). Kao najzastupljeniji energent, sirova nafta je prvi put otkrivena i razvijena tokom industrijske revolucije, a njena industrijska upotreba je otpočela u XIX vijeku.

Prema sastavu postoji nekoliko grupa u koje se mogu klasificirati sve vrste sirove nafte. Najzastupljenija metoda klasifikacije sirove nafte jeste prema Američkom Institutu za naftu (API), koji je kreirao mjerni standard sirove nafte zasnovan na gustini, nazvan API gravity (Amadeo, Kelly i Rubin, 2022). API gravity klasificira sirovu naftu u tri grupe u zavisnosti od njene gustine, a to su :

1. Teška
2. Srednja
3. Lahka

Još jedna klasifikacija po kojoj se razlikuju tipovi sirove nafte jeste prema sadržaju sumpora u istoj. Sirova nafta je slatka ili kisela u zavisnosti od procenta sumpora koje sadrži. Slatka sirova nafta uglavnom ima manje od 1% sumpora u svom sadržaju, dok kisela sirova nafta ima sadržaj sumpora veći od 1% (Amadeo, Kelly i Rubin, 2022).

Sirova nafta je prirodni resurs koji nije jednako geografski raspoređen na planeti. Kroz historiju, najveći proizvođač sirove nafte su bile zemlje članice OPEC-a (Organisation Of Petroleum Exporting Countries). OPEC je nastao 1960. godine u Bagdadu od strane 5 zemalja osnivača, a to su: Saudijska Arabija, Iran, Irak, Kuvajt i Venecuela. Trenutno ova organizacija broji 13 zemalja članica: Saudijska Arabija, Iran, Irak, Kuvajt, Venecuela, Ujedinjeni Arapski Emirati, Libija, Nigerija, Alžir, Angola, Gabon, Kongo i Ekvadorijalna Gvineja (OPEC, 2023a).

Prema OPEC (2023b), glavni zadatak organizacije je koordinirati i objediniti naftnu politiku zemalja članica i osigurati stabilizaciju tržišta nafte kako bi se osiguralo efikasno, ekonomično i redovno snadbijevanje naftom i stabilan prihod za proizvođače. Samo u 2021. godini 80,4% ukupnih svjetskih rezervi sirove nafte je bilo pod kontrolom ove organizacije, što samo potvrđuje koliku moć i uticaj OPEC može imati na kretanje cijene ovog energenta (OPEC, 2023c).

Najčešće se organizacija OPEC-a svrstava u oligopolsku tržišnu strukturu i to njen specifičan dio pod nazivom kartel (Kheiravar, Lawell i Jaffe, 2020). Dakle, ukoliko se konkurenti na oligopolskom tržištu dogovaraju u formiranju cijene, kao što je to slučaj sa OPEC-om, takav se dogovor pretvara u kartel. U principu kartel je zabranjen u većini zemalja, međutim na

međunarodnim tržištima nekih roba, kao što je sirova nafta, kartel kao oblik tržišne strukture nije zabranjen (Čaušević, 2012).

Pored zbira zemalja OPEC-a, koji su najveći proizvođači sirove nafte, treba napomenuti i neke najveće pojedinačne proizvođače sirove nafte. Pet najvećih proizvođača sirove nafte, koji će biti spomenuti u nastavku proizvode više od polovine ovog energenta u svijetu. Tako u 2021. godini, najveći pojedinačni svjetski proizvođači nafte su bile Sjedinjene Američke Države sa udjelom od 14,5% od ukupno proizvedene sirove nafte za tu godinu u svijetu. Slijedi je Rusija sa udjelom od 13,1%, dok je na trećem mjestu Saudijska Arabija sa udjelom od 12,1% ukupno proizvedene sirove nafte. Kanada sa udjelom od 5,8 % zauzima četvrto mjesto, dok je na petom mjestu Irak sa 5,3% ukupno proizvedene nafte (U.S. Energy Information Administration, 2022a).

### 2.1.2 Nuklearna energija

Nuklearna energija je energija koja se dobija iz jezgra atoma (U.S. Energy Information Administration, 2022b). Poznato je da se atom sastoji iz tri dijela, odnosno protona neutrona i elektrona, koji su čvrsto povezani. Ukoliko se veza između pojedinačnih dijelova atoma prekine, može se osloboditi velika količina energije. Ova metoda oslobađanja energije se naziva nuklearna fisija i koristi se za proizvodnju električne energije. Također nuklearna energija se može dobiti i nuklearnom fusijom kada se atomi spajaju u veće atome, ali dalja analiza postupaka nije potrebna za ovo istraživanje.

Ono što je bitno napomenuti je da se za oslobađanje nuklearne energije najčešće koristi uranijum i to njegova specifična vrsta pod nazivom „U-235“, čija eksploatacija nije neograničena jer se radi o neobnovljivom izvoru energije (U.S. Energy Information Administration, 2022b).

Najveći proizvođač nuklearne energije u svijetu jesu SAD sa proizvodnjom od 771.638 gigavata-časova (GWh) u 2021. godini. Na drugom mjestu je Kina sa proizvodnjom od 383.205 GWh u istoj godini, dok je na trećem mjestu Francuska sa proizvodnjom od 363.394 GWh (Nuclear Energy Institute, 2022).

U Evropskoj Uniji postoji 13 zemalja koje imaju nuklearne elektrane (Belgija, Bugarska, Češka, Njemačka, Španija, Francuska, Mađarska, Nizozemska, Rumunija, Slovenija, Slovačka, Finska i Švedska). Prema Eurostat (2022), oko 25% ukupno proizvedene energije u 2021. godini je proizvedeno putem nuklearne energije u EU, dok Francuska skoro 70% električne energije u istoj godini dobija iz ovog izvora.

### 2.1.3 Ugalj

Ugalj se klasificira kao sedimentna stijena sa velikom količinom ugljika i ugljikovodika. Pripada kategoriji fosilnih goriva i potrebni su milioni godina za njegovo formiranje. Potrebno je još naglasiti da postoji nekoliko vrsta uglja, a to su: antracit, bitumen, subbitumenski ugalj i lignit. Kategorija po kojoj se razvrstavaju različite vrste uglja jesu sadržaj ugljika i toplotna moć uglja (U.S. Energy Information Administration, 2022c).

Ugalj je bogat prirodni resurs koji se najviše koristi kao izvor energije, ali se može koristiti i za dobijanje raznih sintetičkih jedinjenja, kao što su boje, ulja, voskovi, farmaceutski proizvodi i razni pesticidi.

Kina je ubjedljivo najveći proizvođač uglja u svijetu i u 2021. godini je u Kini proizvedeno 50,8% ukupne svjetske količine uglja. Na drugom mjestu je Indonezija sa 9% ukupne proizvodnje, dok je na trećem mjestu Indija sa udjelom od 8% ukupne svjetske proizvodnje uglja. U Evropskoj Uniji se proizvodnja uglja iz godine u godinu smanjuje, a najveći proizvođači u 2021. godini jesu Poljska sa 1,1% i Njemačka sa 0,7% svjetske proizvodnje (Garside, 2022).

### 2.1.4 Prirodni gas

Prirodni gas također spada u grupu fosilnih goriva i neobnovljivih izvora energije. Dobija se ekstrakcijom iz zemljine površine. Postoji nekoliko vrsta podjela prirodnog gasa, ali za ovu studiju ćemo koristiti onu osnovnu, a to je podjela na konvencionalni prirodni gas i na nekonvencionalni (U.S. Energy Information Administration, 2022d). Konvencionalni gas se lakše ekstrahuje i nalazi se između stijena ispod zemljine površine u velikim pukotinama. Nekonvencionalni prirodni gas se dosta teže ekstrahuje i nalazi se u sićušnim porama sedimentnih stijena. U nekonvencionalne prirodne gasove spadaju gasovi iz škriljaca, čvrsti gas, gas u zonama pod pritiskom, metan hidrati itd.

Najveći proizvođači prirodnog gasa u 2021. godini su Sjedinjene Američke Države sa ukupnom godišnjom proizvodnjom od 934 miliona kubnih metara, dok je na drugom mjestu Rusija sa oko 707 miliona kubnih metara prirodnog gasa. Iran i Kina zauzimaju treće i četvrto mjesto sa 256 odnosno 209 miliona kubnih metara prirodnog gasa u 2021. godini (Aizarani, 2023).

Prema evropskoj statistici, najveći proizvođač prirodnog gasa u 2021. godini u EU je Nizozemska, a slijede je Rumunija i Njemačka, dok je stopa zavisnosti od uvoza prirodnog gasa u EU iznosila čak 97% (Eurostat, 2023a).



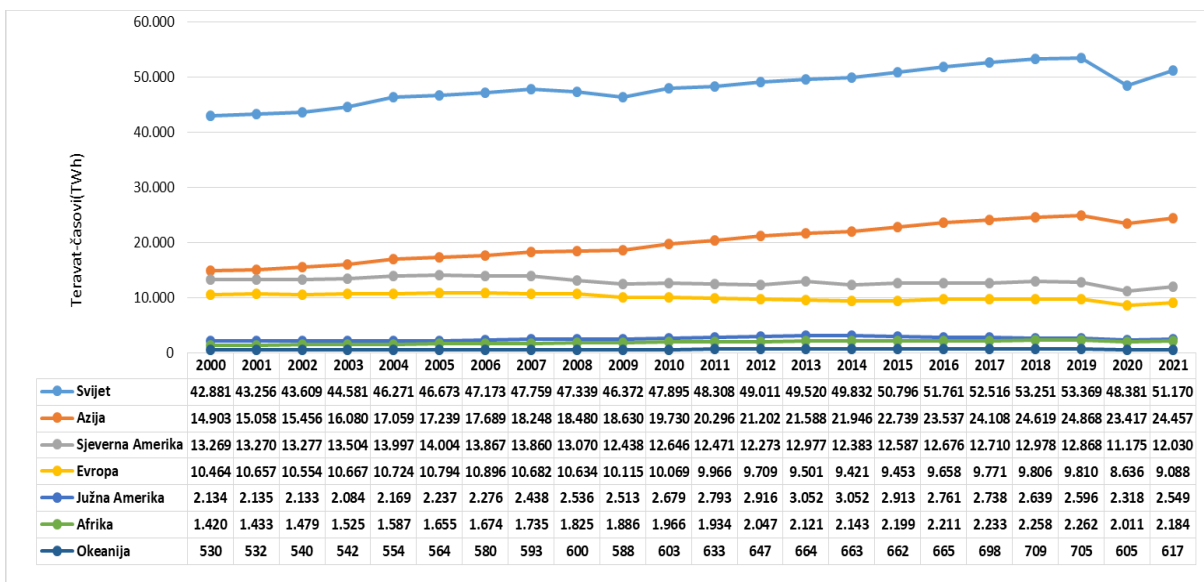
## 2.2. Savremeni trendovi u potrošnji energije iz neobnovljivih izvora

U ovom dijelu rada ćemo grafički predstaviti i analizirati potrošnju energije iz neobnovljivih izvora po različitim geografskim predjelima i prema različitim osnovama. Prvo ćemo prikazati ukupnu potrošnju svakog energenta prema određenim geografskim predjelima, zatim ćemo analizirati per capita potrošnju energenata, kao i udio potrošnje datog energenta u ukupnoj potrošnji energije za određeno geografsko područje. Vremenski period analize za sve energente obuhata period od 2000. godine do 2021. godine.

### 2.2.1 Potrošnja sirove nafte

Na grafiku 1 prikazana je ukupna potrošnja sirove u teravat-časovima (TWh) nafte po odabranim geografskim područjima. Primjećujemo da je svjetska potrošnja nafte u apsolutnim iznosima u blagom porastu izuzev 2009. godine i Svjetske ekonomske krize i 2020. godine sa pojavom COVID-19 pandemije. Azija je kontinent koji troši najviše sirove nafte u apsolutnim iznosima. Na drugom mjestu jeste Sjeverna Amerika koja od 2008. godine ima trend smanjenja potrošnje sirove nafte. Odmah iza nje je i Evropa koja također ima trend smanjenja potrošnje sirove nafte od 2009. godine kako grafikon pokazuje. Južna Amerika, Afrika i Okeanija su daleko ispod prethodno navedenih kontinenta u apsolutnoj potrošnji ovog energenta.

Grafik 1 Ukupna potrošnja sirove nafte prema odabranim geografskim oblastima

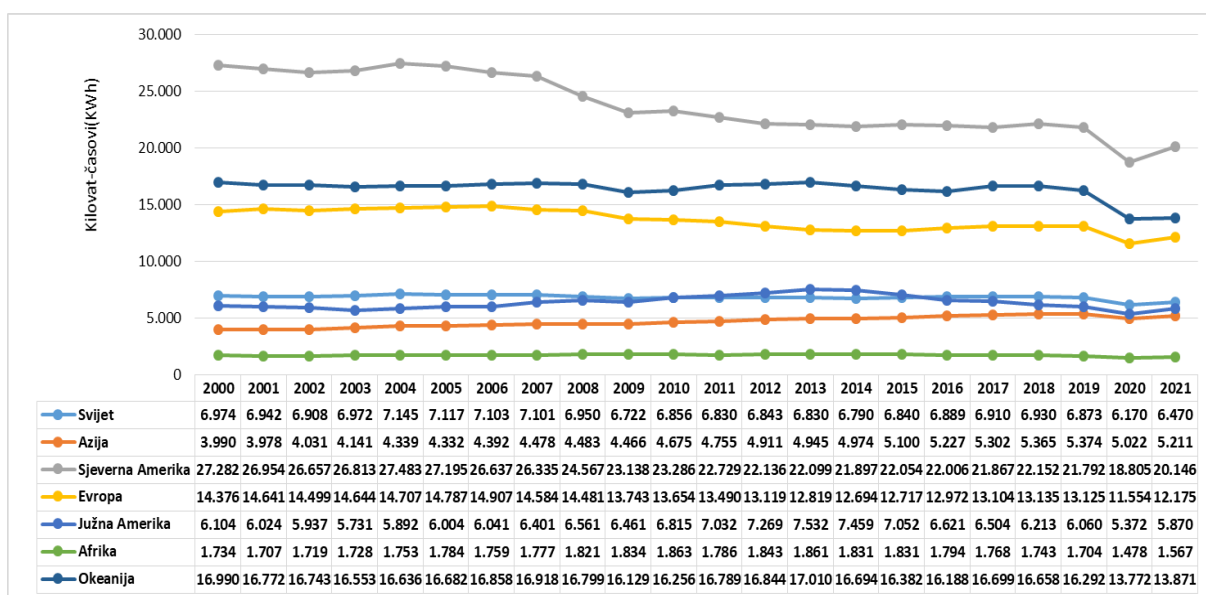


Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Potrošnja energije u apsolutnim iznosima nam ne govori puno toga prilikom poređenja, jer ne poredimo jednake jedinice posmatranja, tako da je prikladno poređenje izvršiti i prema nekom zajedničkom pokazatelju u ovom slučaju je to po glavi stanovnika (per capita).

Potrošnja sirove nafte per capita nam otkriva sasvim drugačije rezultate od prethodnog grafikona. Na prvom mjestu potrošnje po glavi stanovnika sada je Sjeverna Amerika, sa potrošnjom iznad 20.000 kilovat-časa (KWh) po glavi stanovnika tokom cijelog posmatranog perioda osim u 2020. godini. Na drugom mjestu je Okeanija, a na trećem Evropa. Svjetska potrošnja sirove nafte per capita se kreće od 6.000 do 7.000 KWh u posmatranom periodu. Azija koja je u ukupnoj potrošnji bila na prvom mjestu sada je na pretposljednem sa potrošnjom oko 5.000 KWh godišnje po glavi stanovnika (vidjeti grafik 2).

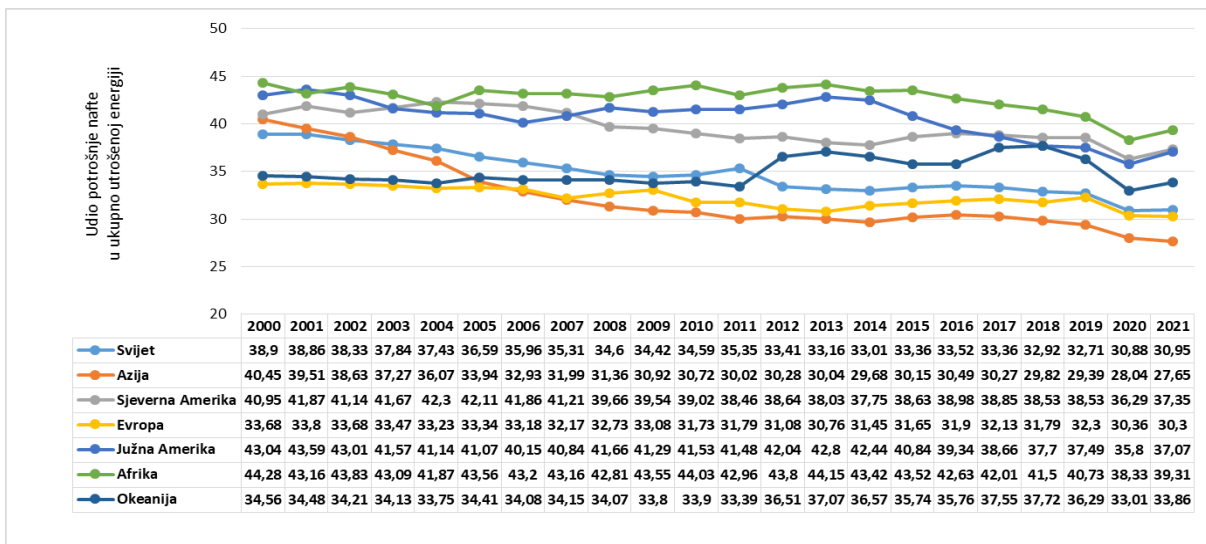
Grafik 2 Potrošnja sirove nafte per capita prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Naredni grafik 3 prikazuje udio utrošene sirove nafte u ukupno utrošenoj energiji za dato geografsko područje. Na prvom mjestu se izdvaja afrički kontinent sa udjelom utrošene nafte u ukupno utrošenoj energiji oko 40%, sa primjetnim padom udjela sirove nafte u ukupno utrošenoj energiji od 2015. godine. Odmah iza su Sjeverna i Južna Amerika sa sličnim procentima utroška sirove nafte u ukupnoj enrgiji. Evropa se nalazi pri samom dnu ove ljestvice sa udjelom utroška sirove nafte od oko 30% u ukupnoj energiji. Azija ima konstantan pad udjela sirove nafte u ukupno utrošenoj energiji u posmatranom periodu. Sa 40,45% ukupne energije u 2000. godini udio utrošene nafte u Aziji je spao na 27,65% ukupno utrošene energije u 2021. godini.

Grafik 3 Udio utrošene nafte u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima

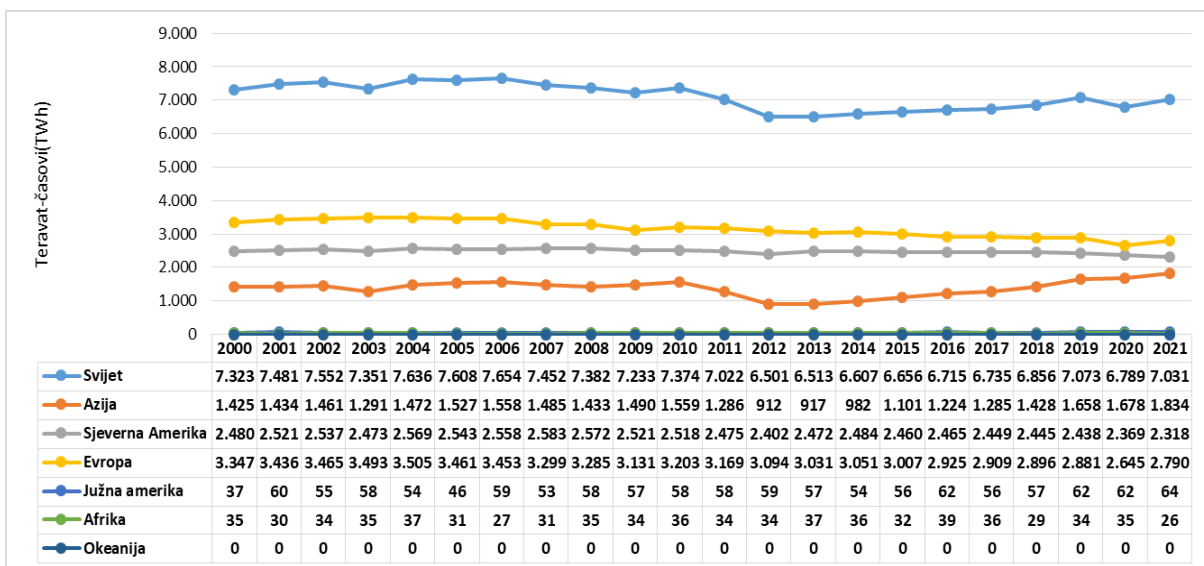


Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

## 2.2.2 Potrošnja nuklearne energije

Na grafikonu 4 prikazana je ukupna potrošnja nuklearne energije prema odabranim geografskim oblastima. Sa grafikona možemo vidjeti da je svjetska potrošnja nuklearne energije oko 7.000TWh godišnje. Što se tiče pojedinačnih geografskih oblasti, Evropa je na prvom mjestu po ukupnoj potrošnji nuklearne energije. Ono što se može primjetiti je da postoji blagi pad potrošnje ovog energenta od 2010. godine. Na drugom i trećem mjestu se nalaze Sjeverna Amerika i Azija, dok Južna Amerika i Afrika imaju neznatnu ukupnu potrošnju nuklearne energije. Dostupni podaci pokazuju da u Okeaniji se ne koristi ova vrsta energije.

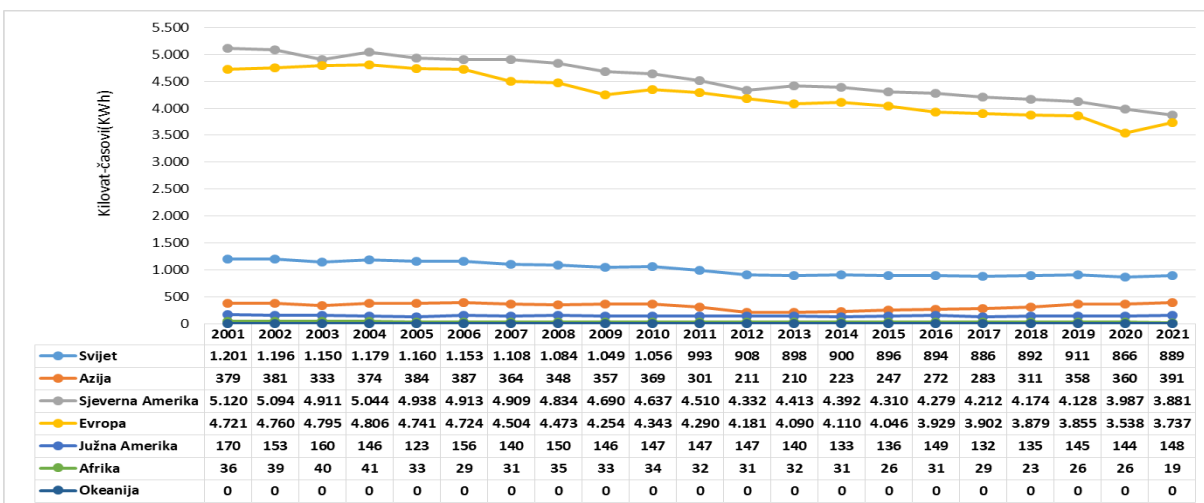
Grafik 4 Ukupna potrošnja nuklearne energije prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Prema podacima potrošnje nuklearne energije per capita, vrijedno je spomenuti da se na prvom mjestu nalazi Sjeverna Amerika, a da je iza nje odmah Evropa. Primjećujemo da za oba kontinenta postoji trend pada potrošnje ovog energenta po glavi stanovnika tokom cijelog posmatranog perioda. Svjetska potrošnja nuklearne energije per capita također pokazuje trend pada i sa 1.201 KWh u 2000. godini je spala na 801 KWh po glavi stanovnika u 2021. godini. Na četvrtom mjestu je Azija sa neznatnim povećanjem potrošnje po glavi stanovnika ovog energenta od 2012. godine.

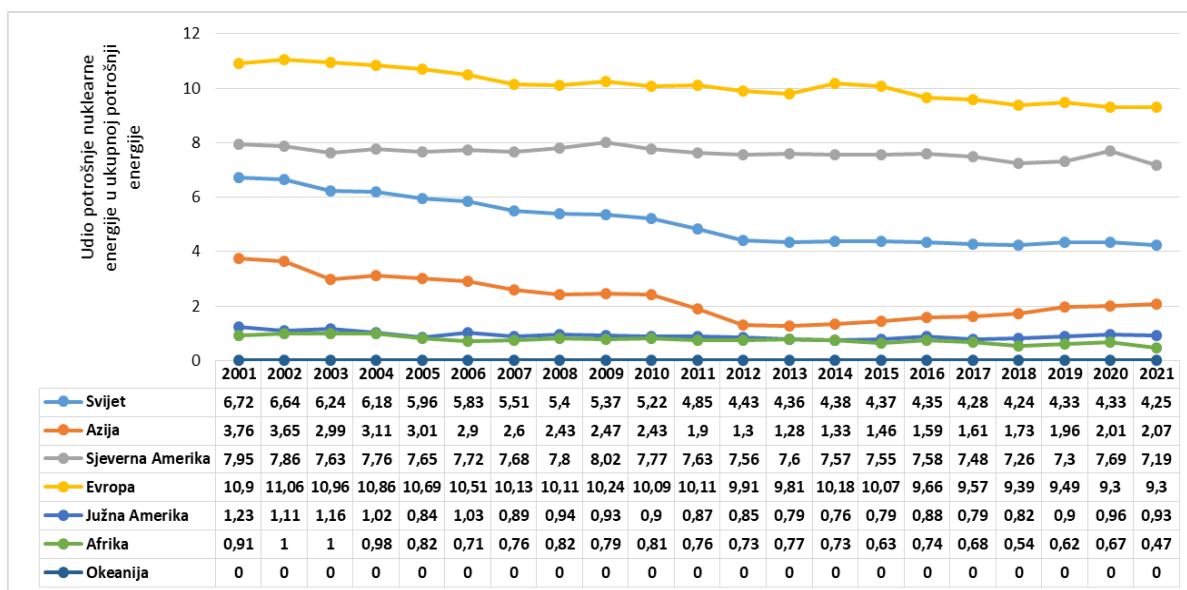
Grafik 5 Potrošnja nuklearne energije per capita prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Posmatrajući udio potrošnje nuklearne energije u ukupno utrošenoj energiji dolazimo do sljedećih zaključaka. Na prvom mjestu se nalazi Evropa sa udjelom nuklearne energije od oko 10% u ukupno utrošenoj energiji. Na drugom mjestu je Sjeverna Amerika sa udjelima ispod 8% tokom posmatranog perioda. Udio potrošnje nuklearne energije u ukupnoj energiji u svijetu se smanjuje kroz godine, sa 6,72% u 2000. godini na 4,25% u 2021. godini (vidjeti grafik 6). Južna Amerika i Afrika su ispod 1% potrošnje nuklearne energije u ukupno utrošenoj energiji, dok Okeanija kako je već prethodno i rečeno, prema dostupnim podacima ne koristi ovaj energent.

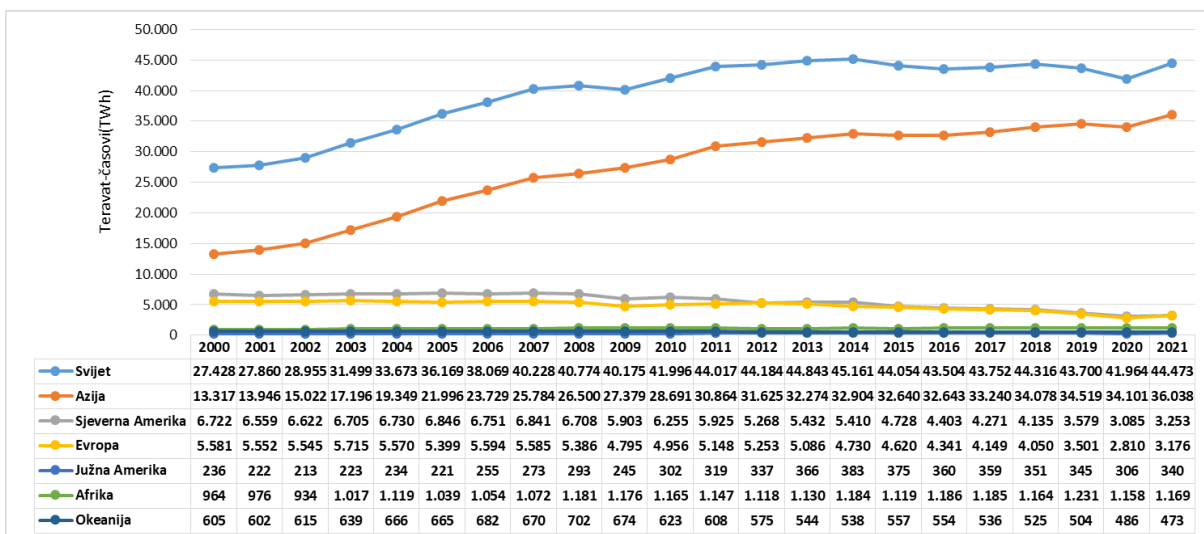
*Grafik 6 Udio utrošene nuklearne energije u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima*



*Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)*

## 2.2.3 Potrošnja uglja

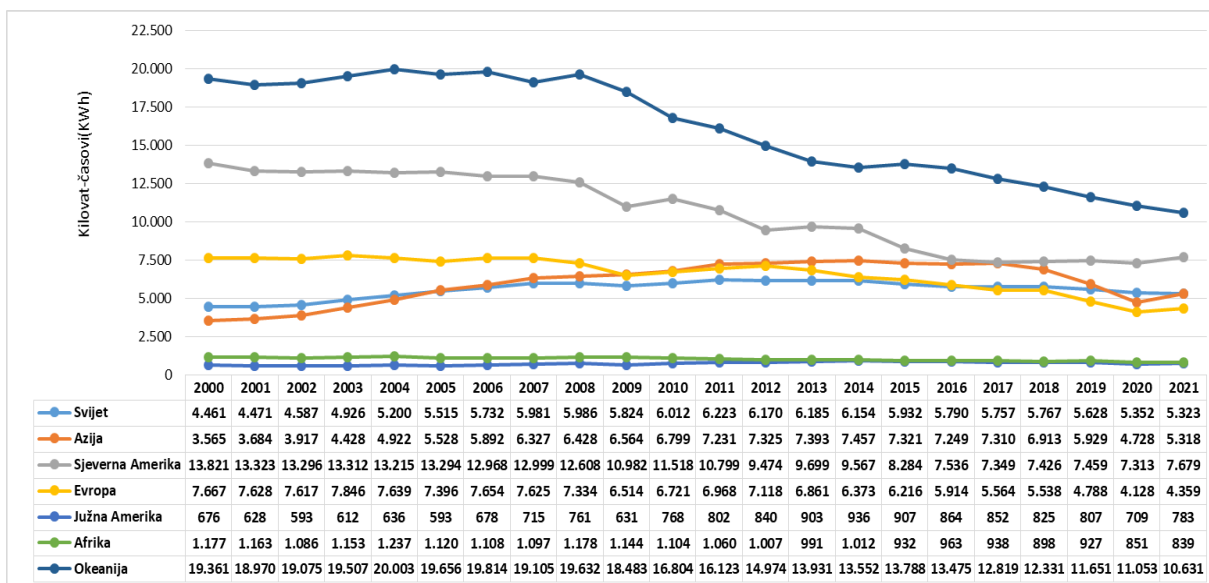
Grafik 7 Ukupna potrošnja uglja prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Grafik 7 prikazuje svjetsku potrošnju uglja po posmatranim geografskim područjima. Posmatrajući svjetsku potrošnju uglja, dolazimo od zaključka da je ona u porastu tokom posmatranog perioda. Sa 27.428TWh u 2000. godini je porasla na 44.473 TWh u 2021. godini. Najveći nosilac ovog porasta jeste azijski kontinent čija je potrošnja sa 13.371 TWh u 2000. godini porasla na 36.038TWh u 2021. godini. U Sjevernoj Americi i Evropi potrošnja uglja u apsolutnim iznosima je u padu, dok Južna Amerika, Afrika i Okeanija su u potrošnji ovog energenta u apsolutnim iznosima dosta ispod prethodno navedenih kontinenata.

Grafik 8 Potrošnja uglja per capita prema odabranim geografskim oblastima

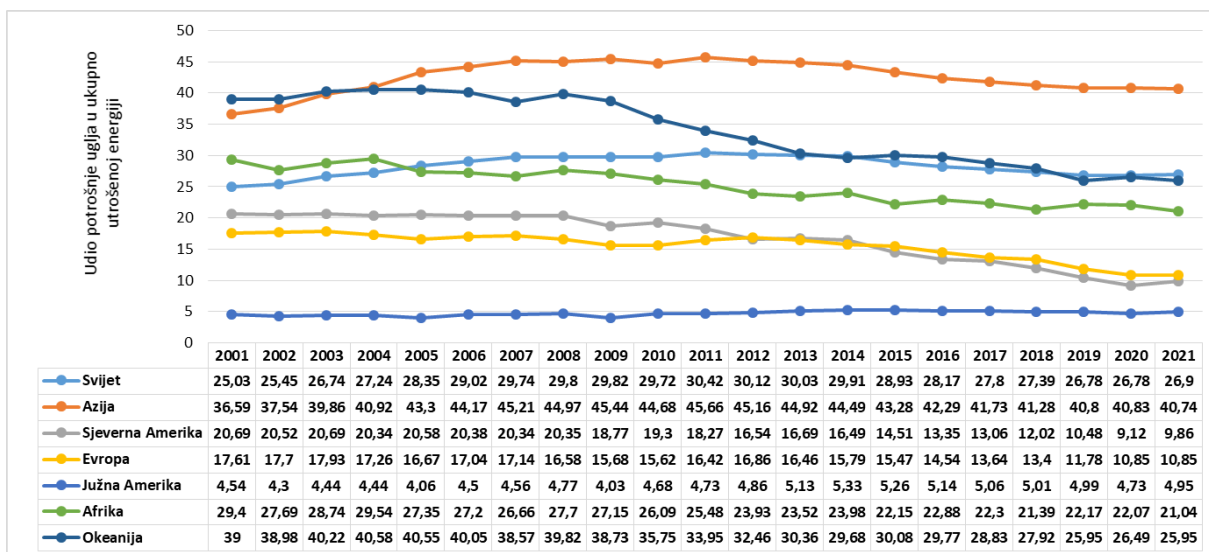


Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Okeanija je na prvom mjestu kada se posmatra potrošnja uglja po glavi stanovnika (vidjeti grafik 8). Primjećujemo pad potrošnje uglja po glavi stanovnika od 2008. godine, gdje je sa 19,6 hiljada KWh u 2008. godini potrošnja u Okeaniji spala na 10,6 hiljada KWh u 2021. godini. Na drugom mjestu je Sjeverna Amerika koja također ima trend pada potrošnje ovog energenta po glavi stanovnika u posmatranom periodu. Evropa slijedi ove trendove, dok Azija prvobitno ima rast potrošnje uglja po glavi stanovnika sve do 2018. godine, nakon čega potrošnja ovog energenta per capita opada i u Aziji. Svjetska potrošnja uglja per capita je rasla do 2011. godine i nakon toga blago opada, što možemo vidjeti i sa grafikona 8.

Posmatrajući udio potrošnje uglja u ukupno utrošenoj energiji dolazimo do zaključka da Azija ima najveći udio ovog energenta u ukupno utrošenoj energiji sa procentima većim od 40% udjela osim u prve tri godine posmatranja. Na drugom mjestu je Okeanija koja postepeno smanjuje udio potrošnje uglja u ukupnoj energiji sa 39% u 2000. godini na 25,95% u 2021. godini. Afrika također ima značajan udio potrošnje uglja u ukupnoj energiji koji se smanjuje po godinama. Sjeverna Amerika i Evropa smanjuju učešće ovog energenta u potrošnji energije ispod 15% nakon 2015. godine.

Grafik 9 Udio utrošenog uglja u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima



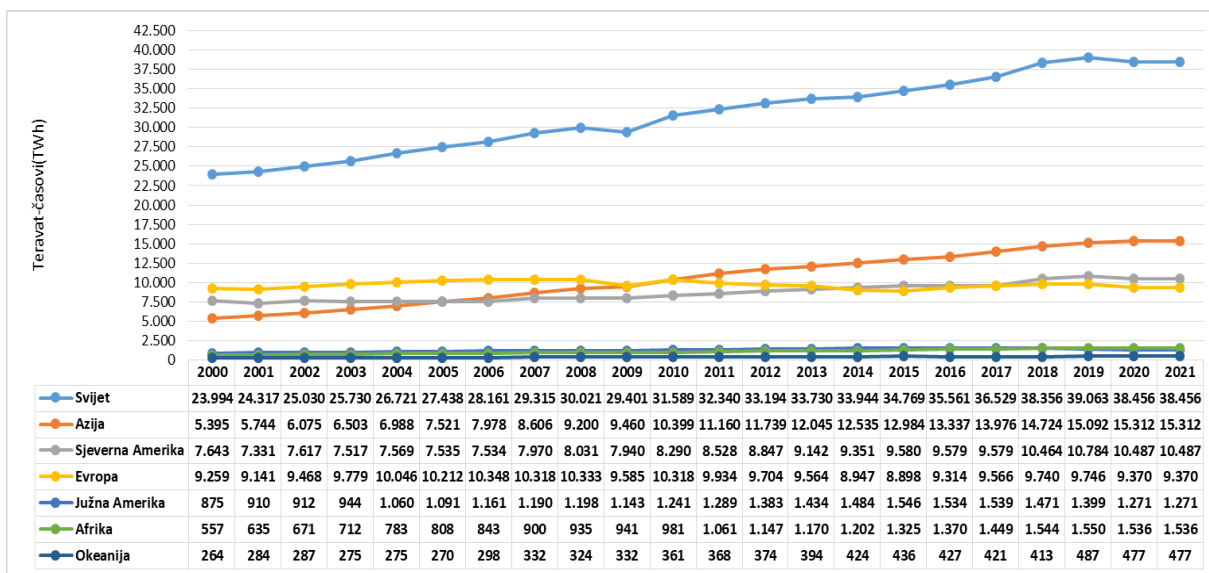
Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

#### 2.2.4 Potrošnja prirodnog gasa

Ukupna svjetska potrošnja prirodnog gasa je rasla sve do 2019. godine sa izuzetkom 2009. godine. Potrošnja je sa oko 23 hiljade TWh gasa u 2000. godini porasla na 38,5 hiljada TWh u 2021. godini. Potrošnja prirodnog gasa u Aziji također ima konstantan rast u posmatranom periodu. U Sjevernoj Americi i Evropi ne postoje veće i značajnije oscilacije u potrošnji ovog energenta tokom posmatranog perioda. Afrika, Južna Amerika i Okeanija kao i kod potrošnje ostalih energenata u apsolutnim iznosima dosta zaostaju za Azijom, Evropom i Sjevernom Amerikom.



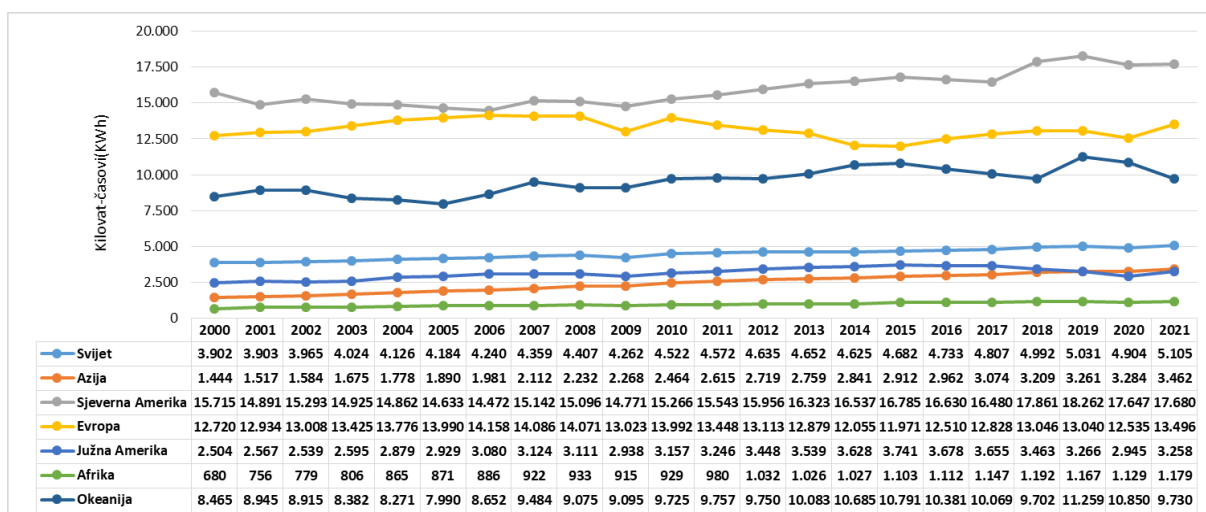
Grafik 10 Ukupna potrošnja prirodnog gasa prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Na grafiku 11 dat je prikaz potrošnje prirodnog gasa per capita. Sjeverna Amerika i Evropa zauzimaju prvo i drugo mjesto potrošnje ovog energenta po glavi stanovnika, dok je na trećem mjestu Okeanija. Svjetska potrošnja prirodnog gasa po glavi stanovnika postepeno raste u posmatranom periodu, bez nekih većih oscilacija i poremećaja. Potrošnja prirodnog gasa po glavi stanovnika postepeno raste i u Aziji, dok u Južnoj Americi od 2017. godine dolazi do pada potrošnje prirodnog gasa po glavi stanovnika.

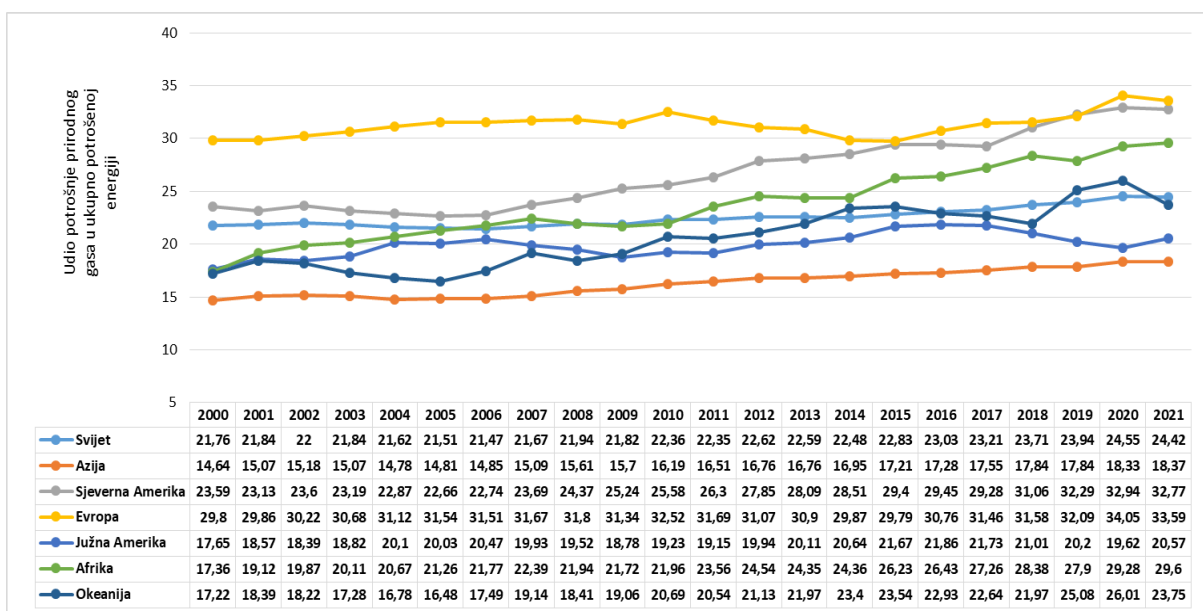
Grafik 11 Potrošnja prirodnog gasa per capita prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Preostaje još da analiziramo i udio potrošnje prirodnog gasa u ukupnoj potrošnji energije, što nam pokazuje naredni grafikon. Primjećujemo da svako geografsko područje ima udio potrošnje prirodnog gasa u ukupnoj energiji iznad 15%. Na prvom mjestu se nalazi Evropa sa udjelom od preko 30%. Slijedi je Sjeverna Amerika, koja ima trend rasta udjela potrošnje prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji. Udio svjetke potrošnje prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji je stalno iznad 20% u posmatranom periodu. Afrički kontinent također ima trend rasta udjela potrošnje prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji. Azija ima najmanji udio potrošnje prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji, ali se i kod nje može primjetiti postepeni porast udjela.

*Grafik 12 Udio utrošenog prirodnog gasa u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima*



*Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)*

### 2.3 Berzansko kretanje cijena energenata iz neobnovljivih izvora u zemljama Evrope

Kada se radi o berzanskim kretanjima cijena sirove nafte, potrebno je znati nekoliko osnovnih stvari prije nego se upustimo u tumačenje podataka. Naime, kako smo u prethodnom poglavlju i objasnili postoji više kategorija sirove nafte koja se razlikuje po kvalitetu i sastavu, tako da je pratiti cijenu svih njih teško izvodljivo. Zato kada se raspravlja o cijeni sirove nafte, načešće se govori o tipovima sirove nafte koja zadovoljava određene kriterijume. Ti kriterijumi su sljedeći (U.S. Energy Information Administration, 2014):

- stabilna i obilna proizvodnja sirove nafte;

- transparentno i slobodno tržište sirove nafte;
- postojanje odgovarajućih skladišta sirove nafte;
- mogućnost isporuke na lokacijama na kojima se mogu povezati sa drugim tržištima

U svijetu su najpoznatija tri pokazatelja kretanja cijena sirove nafte, a to su West Texas Intermediate (WTI), Brent pokazatelj kretanja cijene sirove nafte i Dubai/Oman pokazatelj cijene sirove nafte (Kurt i Potters, 2022). Ukratko ćemo objasniti svaki od pokazatelja, kako bi ustanovili koji pokazatelj se koristi za praćenje cijena sirove nafte u Evropi.

WTI indeks sirove nafte se koristi za praćenje cijene sirove nafte koja se proizvodi u Sjedinjenim Američkim Državama, kao i za cijenu sirove nafte koja se u Sjedinjene Američke Države uvozi iz Južne Amerike i Kanade.

Brent indeks sirove nafte se koristi za praćenje cijene sirove nafte koja se vadi iz Sjevernog mora u Velikoj Britaniji, kao i u Norveškoj. Ovaj indeks se koristi za praćenje cijena sirove nafte u Evropi, ali i u Africi, Australiji i nekim zemljama sa azijskog kontinenta.

Dubai/Oman indeks sirove nafte se koristi za praćenje cijena sirove nafte koja se proizvodi u Dubaiju i Omanu. Ovaj pokazatelj se najčešće koristi za praćenje cijene nafte koja se prodaje sa bliskog istoka na azijski kontinent.

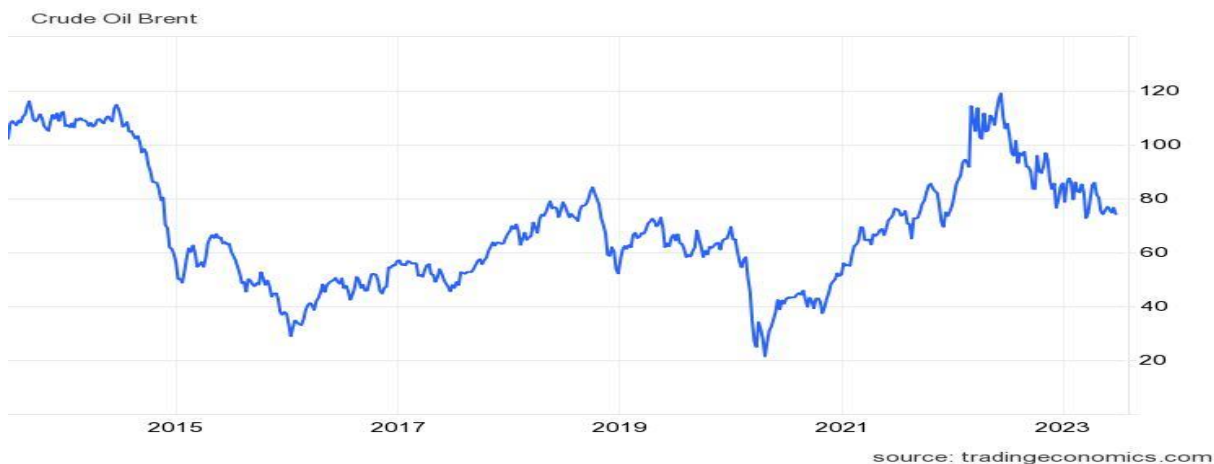
Iz prethodno navedenog možemo zaključiti da za kretanje cijena sirove nafte u Evropi treba analizirati kretanje Brent pokazatelja sirove nafte.

Na grafiku 13 prikazano je kretanje cijena fjučersa sirove nafte tipa Brent, kao pokazatelja kretanja cijene sirove nafte u Evropi, u periodu od 2015. godine do polovine 2023. godine. Ono što trebamo znati je da je cijena sirove nafte jako volatilna i osjetljiva i na nju utiče mnogo faktora kako unutarnjih tako i vanjskih. Kao što možemo primjetiti sa grafikona krajem 2014. godine dolazi do naglog pada cijena fjučersa sirove nafte tipa Brent. Taj pad je trajao sve do 2016. godine. Razloge pada cijena nafte za skoro 70% za kratko vrijeme možemo tražiti u povećanju ponude nafte, ali bez podsticaja za globalni rast zbog neočekivanog slabog odziva potražnje za naftom glavnih uvoznika nafte, prije svega SAD i Kine (World Bank, 2018).

Nakon ovog perioda slijedi oporavak cijene fjučersa nafte sve do početka 2020. godine i pojave COVID-19 pandemije, kada je cijena dostigla historijske minimume, zbog pada potražnje i velikih barijera i ograničenja koja su uslijedila. Sa popuštanjem barijera rasla je i tražnja za sirovom naftom, tako da je cijena fjučersa sirove nafte se vrlo brzo podigla. Sa početkom agresije Rusije na Ukrajinu dobijamo novi naftni šok, ali ovoga puta na strani ponude. Razne sankcije Rusiji od strane evropskih zemalja onemogućile su uvoz sirove nafte iz Rusije u Evropu, što je podiglo cijenu fjučersa na visoke nivoe, gdje je cijena dostizala i 120 dolara za

barel. Iako rat još uvijek traje došlo je do stabilizacije nakon početnog šoka, pa je i cijena sirove nafte Brent opala.

*Grafik 13 Historijsko kretanje cijene jučersa na sirovu naftu tipa Brent (cijena je u dolarima za jedan barel)*

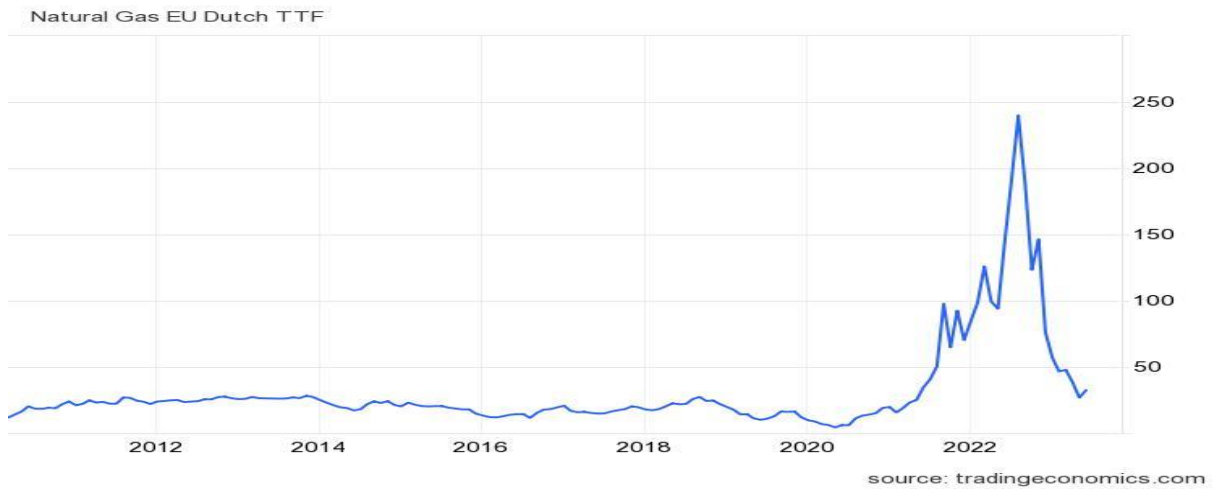


*Izvor: Trading Economics (2023a)*

Kako je prethodno i napomenuto, najveći proizvođač prirodnog gasa u EU je Nizozemska. S tim u vezi se za praćenje kretanja cijena prirodnog gasa u Evropi koristi se Dutch TTF Gas indeks cijena prirodnog gasa. TTF (Title Transfer Facility) predstavlja glavno referentno virtuelno tržište za trgovinu gasom u Evropi sa sjedištem u Amsterdamu. Na ovom virtuelnom tržištu se sastaju proizvođači i dobavljači prirodnog gasa koji prometuju njime i dalje preprodaju krajnjim kupcima. Na spomenutom tržištu se prometuje oko četrnaest puta više gasa nego što je to potrebno za nacionalne potrebe Nizozemske i iz tog razloga se cijena gasa sa ovog tržišta koristi kao pokazatelj cijene prirodnog gasa u Evropi (Trading Economics, 2023b).

Na grafiku 14 prikazano je kretanje cijene prirodnog gasa referentnog za zemlje Evrope. Primjećujemo da cijene prirodnog gasa su dosta stabilnije reagovala u odnosu na cijenu sirove nafte kada posmatramo COVID19 pandemiju i ograničenja koja su uslijedila nakon nje. Veliki skok cijena prirodnog gasa primjećujemo početkom 2022. godine, što možemo također povezati sa ruskom agresijom na Ukrajinu. Razlog zbog koga je cijena gasa ovoliko porasla pronalazimo u činjenici da je Rusija drugi najveći proizvođač prirodnog gasa odmah iza SAD, kako smo ranije to već i naglasili, dok su zemlje Evrope jako zavisne od uvoza prirodnog gasa i primarno su gas uvozile baš iz Rusije. Cijena gasa je u nekim momentima dostizala i 250 eura za jedan megavat-čas, dok poređenja radi prije agresije na Ukrajinu cijena MWh je bila ispod 20 eura. Kao i kod cijene sirove nafte vrlo brzo nakon početnog šoka je uslijedio pad cijene prirodnog gasa.

Grafik 14 Kretanje cijena prirodnog gasa za EU (izraženo u eurima po megavat-času)



Izvor: *Trading Economics (2023b)*

API 2 metod određivanja cijena je referentna metoda za određivanje cijene uglja koji se uvozi u sjeverozapadnu Evropu. Na berzi u Rotterdamu se trguje fjučersima na ovu vrstu uglja, pod nazivom API2 Rotterdam Coal Futures, tako da se kretanje cijene ovih fjučersa može uzeti kao pokazatelj kretanja cijena uglja u Evropi (Intercontinental Exchange, 2023).

Kretanje referentne cijene fjučersa uglja za Evropu prikazane su u nastavku. Krajem 2016. godine dolazi do blagog rasta cijene fjučersa na ugalj. Cijena je bila relativno stabilna do 2019. godine, kada kreće cijena da opada. Sa pojavom pandemije COVID-19 cijena fjučersa je još više opala i sa 60 dolara za tonu krajem 2019. godine je opala na 37 dolara za tonu početkom 2020. godine. Krajem 2021. i početkom 2022. godine cijena fjučersa na ugalj značajno raste, te najveću vrijednost dostiže početkom 2022. godine od 439 dolara za tonu. Nakon dostizanja vrhunca cijena je značajno i opala, te je krajem prve polovine ove godine cijena fjučersa na ugalj iznosila oko 115 dolara za tonu. Razloge ovakvih oscilacija cijene u proteklom period možemo tražiti u poremećaju tržišta usljed ruske invazije na Ukrajinu, kao i kod prethodnih energenata.

Grafik 15 Kretanje cijene fjučersa uglja za EU API2 Rotterdam (izraženo u dolarima za tonu)



Izvor: Investing.com (2023)

### 3. ENERGIJA IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

#### 3.1 Teorijski osnov i vrste energije iz obnovljivih izvora

Koliko god fosilna goriva i nuklearna energija bile dobre za brzi rast i razvoj industrije u svijetu, njihova sve veća upotreba dovodi do povećanja zagađenosti životne sredine i klimatskih promjena koje prijete ljudskoj civilizaciji. Stoga je u proteklim godinama važnost očuvanja životne sredine postala imperativ za sve zemlje i u takvom ambijentu od ključnog je značaja prepoznavanje nekih alternativnih, manje štetnih po životnu sredinu izvora energije, kao što je energija iz obnovljivih izvora.

Obnovljivi izvori energije predstavljaju izvore energije koji se mogu obnoviti u vremenskom periodu karakterističnom za čovjekov život. Prema revidiranoj Direktivi Evropske Unije (EU) 2018/2001, energiju iz obnovljivih izvora možemo definisati kao energiju iz obnovljivih nefosilnih izvora, kao što je sunčeva energija, energija vjetra, geotermalna energija, energija iz okoliša, hidroenergija, energija plime i oseke i druga energija okeana, biomasa, gas dobijen od prerade otpada, gas dobijen iz uređaja za prečišćavanje otpadnih voda i biogas. Značajniju ulogu obnovljivi izvori dobijaju početkom ovog stoljeća te nakon 2004. godine dolazi do ozbiljnog povećanja investicija u obnovljive izvore energije (Pham, 2019).

U nastavku ćemo sa nekoliko rečenica opisati pojedine vrste obnovljive energije.

### 3.1.1 Biomasa

Biomasa je obnovljivi organski materijal koji se dobija od biljaka i životinja i drugih raznih organskih materijala i đubriva. Biomasa je važan izvor energije u manje razvijenim zemljama, gdje se najčešće koristi kao sredstvo za grijanje. Sagorijevanjem biomase se također oslobađaju štetni gasovi, ali sa dosta manje sadržaja ugljen-dioksida, nego sagorijevanjem fosilnih goriva. U biomasu spadaju: drvo i otpad od prerade drveta, ostaci od poljoprivrednih usjeva, komunalni otpad i različite vrste đubriva (U.S. Energy Information Administration, 2023a).

### 3.1.2 Hidroenergija

Hidroenergija podrazumijeva korištenje snage vode za stvaranje energije i spada među najstarije izvore energije na planeti (U.S. Energy Information Administration, 2023b). Energija vode se može koristiti na dva načina, a to su protočnim sistemom, kroz koji voda stalno cirkuliše ili sistemom skladištenja, gdje se voda akumulira. Hidroenergija je jedan od najznačajnijih obnovljivih energenta za proizvodnju električne energije, što se može potvrditi velikim brojem hidroelektrana kako u svijetu tako i u našem okruženju. Prema Eurostat (2023b), hidroenergija je donijela 13,3% od ukupno proizvedene električne energije u Evropskoj Uniji.

### 3.1.3 Geotermalna energija

Geotermalna energija predstavlja toplotnu energiju koja se nalazi unutar zemljine površine. Predstavlja vrijedan izvor energije koji može imati višetruku namjenu, kao što je proizvodnja električne energije i grijanje (European Commission, 2023a).

### 3.1.4 Energija vjetra

Energija vjetra predstavlja besplatni i jedan od najčistijih izvora energije koji se koristi za proizvodnju električne energije uz pomoć velikih turbina, koje energiju vjetra pretvaraju u električnu energiju. U Evropskoj Uniji više od jedne trećine električne energije koja se proizvodi iz obnovljivih izvora se proizvede uz pomoć vjetra (European Commission, 2023b).

### 3.1.5 Solarna energija

Nove tehnologije omogućavaju da se sunčeva energija koristi u različite svrhe, a najčešće za proizvodnju električne energije. Proizvodnja električne energije uz pomoć sunčeve energije putem solarnih panela je u Evropskoj Uniji obezbijedila 5,2% ukupno proizvedene električne

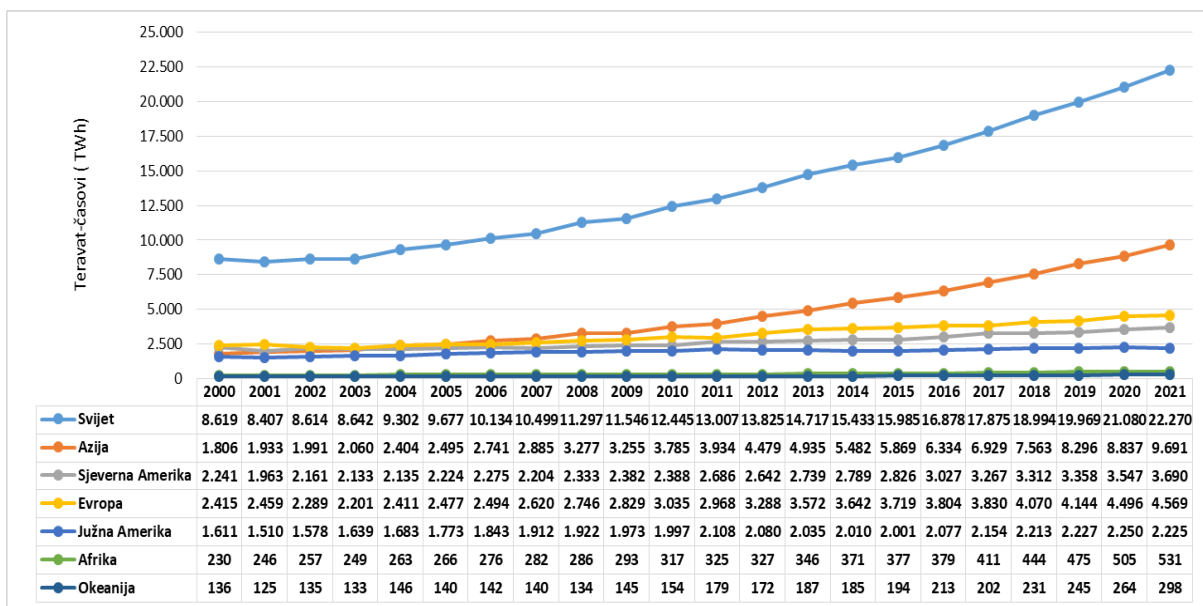
energije za 2021. godinu. Cijena instalacije solarnih panela sve više opada, što dovodi do sve većeg korištenja potencijala solarne energije i smanjenja zagađivanja životne sredine (European Commsion, 2023c).

### 3.2. Savremeni trendovi u potrošnji energije iz obnovljivih izvora

U ovom odjeljku ćemo grafički predstaviti i analizirati potrošnju energije iz obnovljivih izvora, na način kao što smo to i uradili prilikom analize potrošnje energije iz neobnovljivih izvora. Dakle prvo ćemo predstaviti i analizirati ukupnu potrošnju energije iz obnovljivih izvora po odabranim geografskim oblastima, zatim potrošnju energije iz obnovljivih izvora per capita i na kraju ćemo predstaviti udio potrošnje obnovljive energije u ukupno utrošenoj energiji.

Na grafiku 16 prikazana je ukupna potrošnja obnovljive energije po odabranim oblastima u periodu od 2000. godine do 2021. godine. Ono što primjećujemo je da je u svakoj posmatranoj oblasti došlo do povećanja potrošnje obnovljive energije u posmatranom periodu. Ukupna svjetska potrošnja obnovljive energije je porasla skoro 3 puta sa 8.619 TWh na 22.270 TWh od 2000.godine do 2021.godine. Azija je kontinent koji troši najviše obnovljive energije u apsolutnim iznosima, a slijede je Evropa Sjeverna i Južna Amerika. Okeanija i Afrika troše dosta manje energije iz obnovljivih izvora u ukupnom iznosu.

Grafik 16 Potrošnja obnovljive energije prema odabranim geografskim oblastima

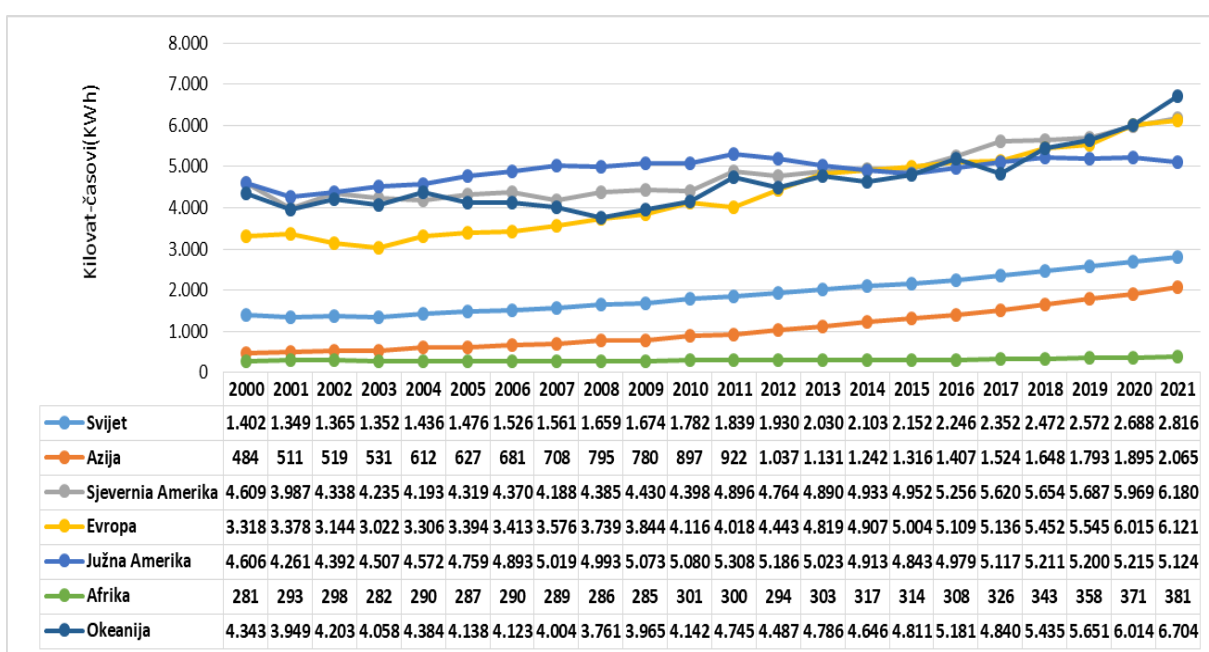


Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)



Kao i kod potrošnje energije iz obnovljivih izvora, podaci o ukupnoj potrošnji nam ne daju reprezentativnu sliku, pa ćemo i u ovom slučaju analizirati potrošnju energije iz obnovljivih izvora per capita. U ovom slučaju se izdvajaju Sjeverna Amerika, Evropa, Južna Amerika i Okeanija kao vodeće u potrošnji energije iz obnovljivih izvora prema glavi stanovnika. Svjetska potrošnja energije iz obnovljivih izvora po glavi stanovnika postepeno raste, ali još uvijek ne prelazi 3.000 KWh po stanovniku. Primjećujemo rast potrošnje energije iz obnovljivih izvora i na azijskom kontinentu, dok u Africi se najmanje troši energije iz obnovljivih izvora po glavi stanovnika i ne postoji tendencija rasta potrošnje energije iz obnovljivih izvora per capita (vidjeti grafik 17).

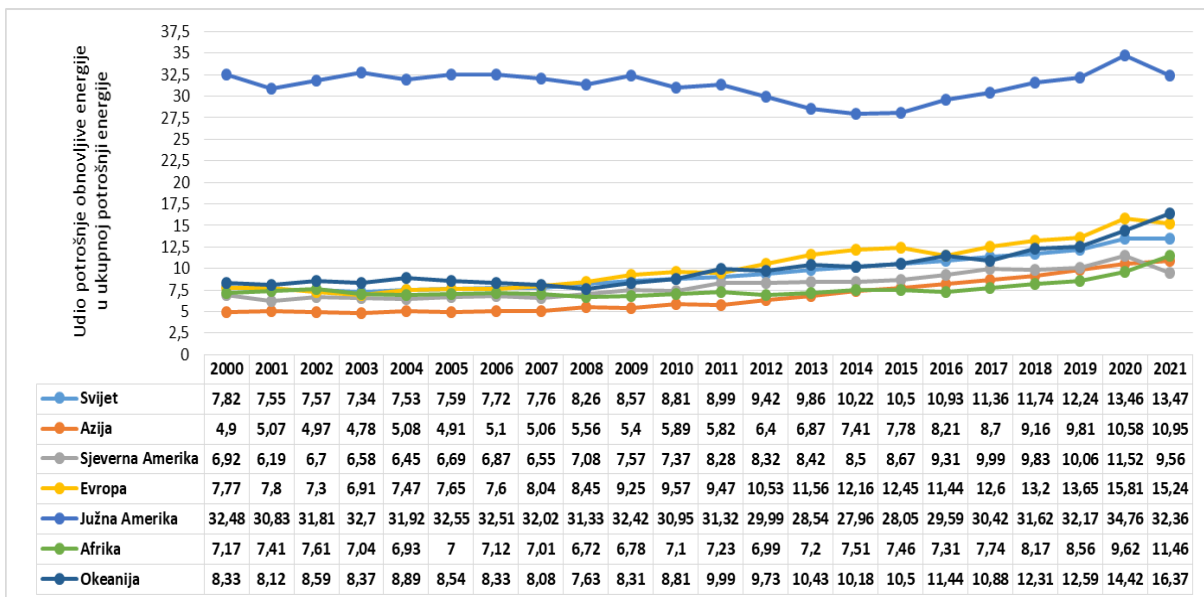
Grafik 17 Potrošnja obnovljive energije per capita prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

Kada se posmatra grafikon udjela potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji (grafik 18) zaključuje se da Južna Amerika koristi najviše izvora obnovljive energije. Na ovom kontinentu udio potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji je konstantno preko 30% u posmatranom periodu. Poređenja radi sva ostala geografska područja u uzorku nemaju procenat potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji iznad 17%. Okeanija i Evropa su daleko ispod Južne Amerike, ali iznad svjetskog prosjeka, sa udjelima potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji iznad 15%. Udio svjetske potrošnje obnovljive energije u ukupnoj potrošnji energije postepeno raste i u 2021. godini taj procenat je iznosio 13,47%. Ono što još primjećujemo je da Sjeverna Amerika i Azija samo oko 10% svoje energije crpe iz obnovljivih izvora posljednjih godina, dok na afričkom kontinentu uočavamo rast udjela potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji.

Grafik 18 Udio utrošene obnovljive energije u ukupno utrošenoj energiji prema odabranim geografskim oblastima



Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka iz Ritchie, Roser i Rosado (2020)

### 3.3 Savremeni trendovi kretanja cijena kompanija iz obnovljivih izvora

Kretanje cijena kompanija za obnovljivu energiju je teško pratiti na pojedinačnoj osnovi iz razloga što postoji veliki broj kompanija koje posluju na različitim poljima u ovoj oblasti. Iz tog razloga se kretanje cijena kompanija za obnovljivu energiju najčešće prati putem indeksa, koji grupišu kompanije za obnovljivu energiju prema određenom kriterijumu i daju informacije o kretanju cijena dionica kopanija koje sačinjavaju dati indeks. Kroz istraživanu dostupnu literaturu, pronašli smo nekoliko najčešće spominjanih indeksa cijena kompanija za obnovljivu energiju, pa će oni biti analizirani u nastavku.

#### The WilderHill Clean Energy index (ECO)

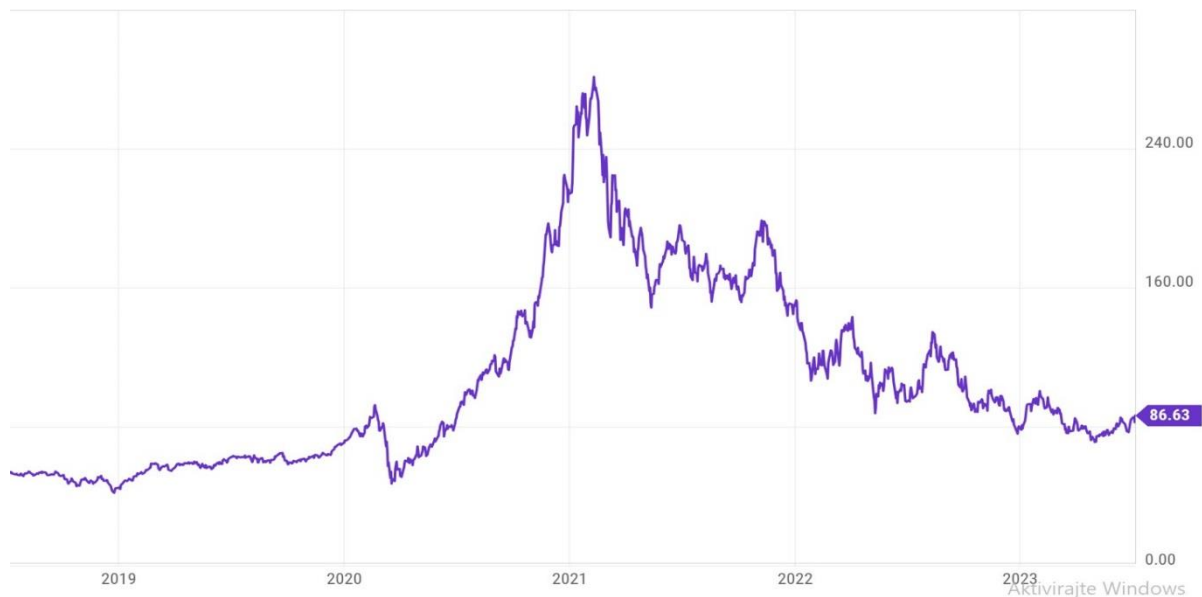
The WilderHill Clean Energy index (ECO) predstavlja indeks koji je sastavljen od kompanija koje se bave čistim oblicima energije, kao što su obnovljivi izvori energije, na teritoriji Sjedinjenih Američkih Država (He *et al.*, 2021). Ovaj indeks postoji od 2004. godine, ponderisan je u američkim dolarima i izlistava se na New York Stock Exchange, a u sebi sadrži nešto više od 40 kompanija koje posluju u ovom sektoru (Dutta, 2017).

Da bi neka kompanija mogla biti uključena u ovaj indeks ona mora ispunjavati određene uslove, a ti uslovi su (WilderShares, 2021):

- imati prosječnu tromjesečnu tržišnu kapitalizaciju od najmanje 50 miliona dolara;
- imati tromjesečnu prosječnu cijenu dionice iznad 1 američki dolar;
- biti kotiran na nekoj velikoj američkoj berzi;
- dostići minimalne prosječne dnevne zahtjeve za likvidnošću koji su propisani pravilima indeksa.

Na narednom grafikonu prikazano je kretanje vrijednosti indeksa ECO za period od 2019. godine zaključno sa šestim mjesecom 2023. godine. vrijednost ovog indeksa se kretala u posmatranom periodu od 43 dolara do najviše vrijednosti od 281 dolar. Primjećujemo da je sa pojavom COVID-19 pandemije u prvim mjesecima 2020. godine došlo do kratkotrajnog pada vrijednosti ovog indeksa, ali ubrzo zatim slijedi oporavak i rast cijene. Početkom 2021. godine indeks dostiže svoju maksimalnu vrijednost od 281 dolar. Nakon tog perioda cijena je opadala i trenutno se kreće na nivou od oko 85 dolara.

*Grafik 19 Historijsko kretanje cijena The WilderHill Clean Energy index (cijene su izražene u američkim dolarima)*



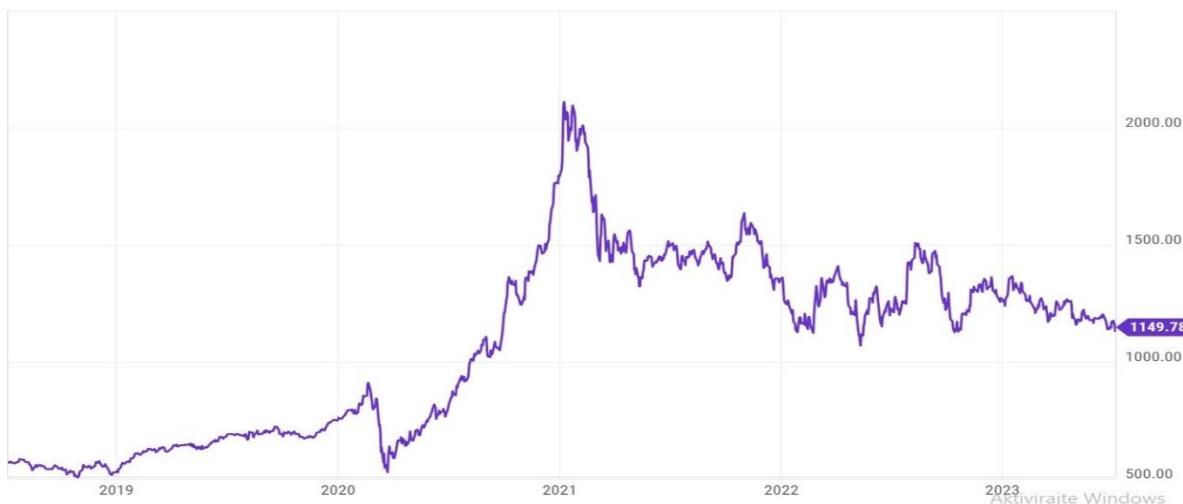
*Izvor: Ycharts (2023a)*

### S&P Global Clean Energy Index

S&P Global Clean Energy Index se sastoji od 30 najvećih i najlikvidnijih kompanija širom svijeta koje posluju u poslovima vezanim za obnovljivu energiju i formiran je 2003. godine (Yılancı i Altınsoy, 2022). Svrha ovog indeksa je da prati kompanije koje proizvode energiju iz obnovljivih izvora, kao i kompanije koje razvijaju čistu tehnologiju. Najveći dio kompanija u

ovom indeksu dolazi iz SAD, zatim iz Evrope, Kine i Brazila, odnosno Južne Amerike (S&P Dow Jones Indices, 2023).

*Grafik 20 Historijsko kretanje cijena S&P Global Clean Energy Index (cijene su izražene u američkim dolarima)*



*Izvor: Ycharts (2023b)*

Kada pogledamo grafikon kretanja vrijednosti S&P Global Clean Energy Index možemo primjetiti da on dosta liči prethodnom grafikonu kretanja cijene ECO indeksa. Dakle uočava se pad početkom 2020. godine gdje vrijednost indeksa dostiže svoj minimum od 591 dolar, nakon čega slijedi rast vrijednosti. U prvim mjesecima 2021. godine indeks dostiže maksimum od 2.110 dolara, a trenutno je vrijednost na nivou od oko 1.150 dolara.

#### European Renewable Energy Total Return Index (ERIX)

European Renewable Energy Total Return Index (ERIX) je uspostavljen 2005. godine, od strane S&P Dow Jones Indices. Ovaj indeks sadrži 10 najvećih evropskih kompanija za obnovljivu energiju, koje se uglavnom bave energijom vjetra, biomasom, solarnom energijom i geotermalnom energijom (Geng *et al.*, 2021).

Na sljedećoj tabeli prikazana je lista kompanija koja sačinjava ovaj indeks. Kao što možemo vidjeti, najveći udio u indeksu ima španska kompanija Siemens Gamesa sa učešćem od 20,19% u ukupnom indeksu, a slijede je danske kompanije Vestas i Orsted sa 19,96% odnosno 19,81% udjela u indeksu, dok ostale kompanije imaju jednocifrene procenete učešća.

*Tabela 1 Lista kompanija koje sačinjavaju European Renewable Energy Total Return Index*

Naziv kompanije	Zemlja porijekla	Procentualno učešće u indeksu
ALBIOMA SA	Francuska	5,08
EDP RENOVAVEIS SA	Portugal	4,81
FALCK RENEWABLES SPA	Italija	5,32
MEYER BURGER TECHNOLOGY AG	Švicarska	4,03
NORDEX SE	Njemačka	5,90
SIEMENS GAMESA	Španija	20,19
VERBUND AG	Austrija	9,80
VESTAS WIND SYSTEMS A/S	Danska	19,96
ORSTED A/S	Danska	19,81
SCATEC SOLAR ASA	Norveška	5,10

*Izvor: Sopstvena izrada na osnovu podataka Societe Generale (2023)*

*Grafik 21 Historijsko kretanje vrijednosti European Renewable Energy Total Return Index (vrijednosti su izražene u eurima)*



*Izvor: Ycharts (2023c).*

Prethodni grafikon pod rednim brojem 21 prikazuje kretanje vrijednosti ERIX indeksa izraženo u eurima za isti vremenski period kao i prethodna dva posmatrana indeksa kompanija obnovljive energije. I ovaj grafikon ima slične maksimume i minimume kao prethodna dva. Sa pojavom COVID-19 i usporavanjem aktivnosti, vrijednost indeksa pada na 1.230 eura, a nakon toga počinje da raste sve do 3.250 eura početkom 2021. Godine. Trenutna vrijednost u 2023. godini se kreće oko 2.100 eura.

Generalni zaključak koji možemo izvesti analiziranjem kretanja cijena sva tri indeksa jeste da nakon pojave COVID-19 i pretrpljenog početnog šoka koji je zadesio cjelokupno finansijsko tržište, tržišna vrijednost kompanija za obnovljivu energiju je dosta porasla, što nam govori da je tražnja za obnovljivim izvorima energije porasla, kako zbog brojnih barijera trgovini svih vrsta roba, pa i fosilnih goriva tokom pandemije, tako i zbog povećanja svijesti o očuvanju životne sredine.

#### **4. MEĐUZAVISNOST CIJENA ENERGENATA I TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI KOMPANIJA ZA OBNOVLJIVU ENERGIJU- PREGLED LITERATURE**

Sa širenjem i razvojem ljudskog društva dolazi i do sve veće potrebe za energijom kako bi se taj razvoj mogao ostvarivati. U dosadašnjoj ljudskoj historiji glavni pokretač i izvor energije jesu bili neobnovljivi izvori energije, odnosno fosilna goriva, a prvenstveno sirova nafta.

Međutim početkom ovog vijeka se sve više pažnje i sredstava usmjerava ka alternativnim izvorima energije, kako bi se zamjenila štetna fosilna goriva čistijim i prihvatljivijim oblicima energije.

Nakon 2004. godine došlo je do ozbiljnog povećanja investicija u obnovljive izvore energije. Pham (2019) u svom istraživanju navodi da su između 2004. godine i 2017. godine ulaganja u čistu (obnovljivu) energiju porasla sa 62 milijarde američkih dolara na 280 milijardi dolara, posmatrajući na globalnom nivou.

Ulaganja u obnovljive izvore energije zahtijevaju dobro razvijene mehanizme finansiranja. Jedan od načina finansiranja jeste i putem tržišta kapitala, odnosno putem berzi, a brzi rast ulaganja u čistu energiju je, između ostalog, izazvao veliko interesovanje među investitorima u pogledu determinanti i učinaka ulaganja u obnovljive izvore energije. Pored investitora, za sektor obnovljive energije i njene determinante zainteresovani su i kreatori ekonomskih politika, kako bi na što bolji način usmjerili javnu potrošnju ka unaprijeđivanju životne sredine i smanjenje zavisnosti od fosilnih goriva.

Velika zainteresovanost i sve veća ulaganja u obnovljive izvore energije kao supstitut fosilnim gorivima je podstakla istraživače da istražuju i ispituju potencijalne veze i odnose između ovih varijabli.

Sirova nafta predstavlja najzastupljenije fosilno gorivo koje se koristi za dobijanje energije. Iz tog razloga, zbog svoje važnosti, promjene na tržištu ovog energenta dovodi do promjena i oscilacija na mnogim tržištima, pa tako i na berzanskim tržištima, koja će biti predmet ove analize.

Pojašnjenja o međuzavisnosti cijene sirove nafte kao najvažnijeg reprezentanta neobnovljivog energenta i cijene dionica na tradicionalnim berzanskim tržištima, su analizirana u nekoliko studija (Arouri i Nguyen, 2010; Broadstock, Cao i Zhang, 2012; Naser i Rashid, 2018; Shao *et al.*, 2021; Yılandı i Altınsoy, 2022). Naser i Rashid (2018), u svom istraživanju navode da je nafta jedan od najvažnijih proizvodnih faktora, te da svako povećanje cijene nafte će dovesti do povećanja troškova proizvodnje. Ovi veći troškovi će se prenijeti na potrošače putem većih cijena proizvoda. Inflatorni pritisci će smanjiti agregatnu tražnju, uključujući investicionu potrošnju i krajnju potrošnju pa će to dovesti do usporavanja ukupne ekonomske aktivnosti. Prema ovakvom pristupu tržišta dionica će suprotno reagovati na promjenu cijena nafte.

Cijene nafte mogu uticati na tržišta dionica i putem principa diskontovanja novčanih tokova (Arouri i Nguyen, 2010). Prema ekonomskoj teoriji, cijena bilo kojeg sredstva je određena diskontovanim vrijednošću očekivanih budućih novčanih tokova povezanih sa tim sredstvom. Stoga bi trebalo očekivati da bilo koji faktor koji bi mogao uticati na diskontovanu vrijednost novčanih tokova imovine, može imati značajan uticaj na cijenu te imovine. U tom kontekstu,

svako povećanje cijena nafte trebalo bi rezultirati padom cijena dionica, zato što bi veće cijene nafte povećale proizvodne troškove, što bi rezultiralo smanjenjem zarada preduzeća, a to bi smanjilo vrijednost preduzeća koju investitori procjenjuju prilikom donošenja investicionih odluka (Shao *et al.*, 2021).

Još jedan kanal kroz koji bi cijene nafte potencijalno mogle uticati na finansijska tržišta generalno, a posebno na berzansko tržište i tržište dionica jeste neizvjesnost koju stvaraju oscilacije u cijeni nafte i očekivanja investitora po tom pitanju. Promjene u stopama inflacije koje proizilaze iz šokova cijena nafte, uzrokovale bi povećanje neizvjesnosti u pogledu varijacija budućih cijena, iskrivile signale koje cijene šalju i na taj način umanjile efikasnost cjelokupnog ekonomskog i finansijskog sistema (Yılancı i Altınsoy, 2022).

Međutim, u kontekstu ispitivanja međuzavisnosti cijena nafte i cijena dionica kompanija koje se bave obnovljivom energijom rezultati nisu tako jednoznačni i mogli bi se razlikovati od konvencionalnih zaključaka, najprije zbog djelovanja efekta zamjene, koji se javlja u ovom slučaju.

Managi i Okimoto (2013) i Kumar, Managi, i Matsuda (2012) istraživajući odnose cijena sirove nafte i cijena dionica kompanija obnovljive energije su došli do zaključka da postoji pozitivna veza između ove dvije varijable. Ovo se može objasniti upravo prethodno spomenutim efektom zamjene, odnosno da sa porastom cijene nafte se pribjegava za jeftinijim izvorima energije, što povećava tražnju za alternativnim izvorima energije, u ovom slučaju obnovljive energije. Sa porastom tražnje raste i cijena obnovljive energije, a samim tim i vrijednost dionica kompanija koje se bave njenom proizvodnjom.

Sa ovim tvrdnjama se slažu i Dutta (2017), Ahmad (2017), koji zaključuju da se cijene nafte i prinosi na dionice obnovljive energije kreću u tandemu, što implicira da porast cijena nafte dovodi do povećanja cijena dionica kompanija za proizvodnju obnovljive energije. Zhao (2020) također komentariše da šokovi nafte imaju pozitivan uticaj na kretanja cijena berzanskih indeksa dionica obnovljive energije.

Međutim, postoje i istraživanja koja se slažu sa konvencionalnim zaključcima o efektima kretanja cijena nafte na cijene dionica kompanija obnovljive energije. Kocaarslan i Soytas (2019) konstatuju da je uticaj cijene nafte na cijene dionica kompanija obnovljive energije samo kratkoročno pozitivan, dok je dugoročno gledajući ta veza negativna.

Elie *et al.* (2019) sa druge strane konstatuju da je sirova nafta slabo povezana sa berzanskim indeksima obnovljive energije. Slične zaključke donose i Henriques i Sadorsky (2008) i Sadorsky (2012), čiji rezultati istraživanja ukazuju da cijene sirove nafte imaju statistički slab uticaj na cijene dionica kompanija obnovljive energije. Analizirajući odnos cijene nafte i različitih sektora obnovljive energije Lv, Dong, i Dong (2021) i Pham (2019) pružaju



informacije o jakoj heterogenoj vezi između cijena nafte i različitih podsektora obnovljive energije. Najveći uticaj kretanja cijene nafte ima na sektor energije koji koriste nova vozila i biogorivo.

Nekoliko autora je se bavilo i odnosom cijena nafte i cijena dionica obnovljive energije u različitim tržišnim uslovima. Dawar *et al.* (2021) ispitujući vezu između West Texas Intermediate indeksa cijena sirove nafte i tri indeksa dionica obnovljive energije došli su do zaključka da kada je tržište medvjede orijentisano veza između cijene sirove nafte i cijena dionica je pozitivna, dok ta veza slabi kada se tržište kreće prema bikovskom. Sa ovim nalazima se slažu i Shao *et al.* (2021), ispitujući veze kretanja cijene nafte i kineskih tržišta obnovljive energije u različitim tržišnim uslovima.

Sa druge strane He *et al.* (2021) dolaze do suprotnih zaključaka u svom istraživanju, gdje kvantilnom regresionom analizom zaključuju da postoji pozitivna veza između globalnih cijena sirove nafte i indeksa dionica obnovljive energije u višim i ekstremno višim kvantilima za uzorak u Sjedinjenim Američkim Državama i Evropskoj Uniji. Sa ovim nalazima se slažu i Maghyereh i Abdoh (2021) i oni potvrđuju činjenicu da je povezanost dvije varijable najveća u višim kvantilima, odnosno u bikovskim tržištima.

Analizirajući postojeću literaturu vezanu za ovu temu dolazi se do zaključka da ovo polje istraživanja se jako rijetko, odnosno skoro nikako ne pojavljuje na evropskim tržištima, te će stoga fokus u ovom istraživanju biti na mogućnostima utvrđivanja međuzavisnosti između cijene sirove nafte i cijene dionica evropskih kompanija koje posluju u sektoru obnovljivih izvora energije.

Jedna od rijetkih studija na evropskom tržištu, Geng *et al.* (2021) zaključuje da se cijene sirove nafte tipa Brent i cijene 10 evropskih kompanija za obnovljivu energiju u istom smjeru tokom cjelokupnog posmatranog perioda od 2009. godine do 2019. godine, što su slični zaključci koji su dobijeni i kod Kumar, Managi, i Matsuda (2012), Managi i Okimoto (2013), Dutta (2017) i Ahmad (2017), koje smo prethodno gore i naveli.

## **5. PREGLED NAJVAŽNIJE LEGISLATIVE U POGLEDU TRETMANA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA**

### **5.1 Svjetski pogled na obnovljivu energiju**

Kroz noviju svjetsku historiju bilo je dosta pokušaja da se na adekvatan način obuhvate nadolazeći ekološki problemi i briga o klimatskim promjenama i emisiji štetnih gasova. Do 1972. godine niko se nije ozbiljnije bavio pomenutim problemima, sve do Naučne konferencije Ujedinjenih Nacija održane u Štokholmu u Švedskoj, na kojoj je usvojena deklaracija o

očuvanju i unapređenju čovjekove okoline. Deklaracija je po prvi put pokrenula pitanje klimatskih promjena, upozoravajući države da vode računa o aktivnostima koje bi mogle uticati na promjenu klime. Nakon Naučne konferencije uslijedio je niz odluka i protokola vezanih za ovu temu od kojih ćemo spomenuti samo neke. 1987. godine je usvojena Ekološka perspektiva do 2000.godine od strane Ujedinjenih Nacija u kojoj je po prvi put spomenut pojam održivog razvoja. Glavni cilj perspektive je bio istaknuti odnos između životne sredine i razvoja društva (Jackson, 2007).

U junu 1992. godine u Brazilu održana je Konferencija Ujedinjenih Nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), na kojoj su usvojena tri okvira djelovanja: Konvencija Ujedinjenih Nacija o klimatskim promjenama (UNFCCC), Konvencija Ujedinjenih Nacija o biološkoj raznolikosti (UNCBD) i Konvencija Ujedinjenih Nacija za borbu protiv dezertifikacije (UNCCD). Zemlje potpisnice ovih okvira su se počele sastajati i razgovarati o postignutim rezultatima u pogledu aktuelnih pitanja na takozvanim Konferencijama strana (Conferention of Parties, Caporale, Spagnolo, i Almajali, 2023; United Nations Climate Change, 2022a).

Najuticajnija akcija protiv klimatskih promjena u tadašnje doba bilo je potpisivanje Kyoto Protokola 1997. godine u istoimenom gradu u Japanu. Potpisivanje ovog protokola smatra se fundamentalnom osnovom u borbi za zaštitu životne sredine (Jackson, 2007).

Kyoto Protokol predstavlja međunarodni sporazum koji je potpisan u okviru Konvencije Ujedinjenih Nacija o klimatskim promjenama, čiji je cilj obavezivanje prije svega razvijenih zemalja u ograničenju emisije štetnih gasova prema unaprijed utvrđenim ciljevima. Potpisan je 1997.godine od strane 192 zemlje, a krenuo da se implementira 2005.godine. Protokol je nalagao da 37 industrijalizovanih zemalja i Evropska Unija smanje emisije štetnih gasova za u prosjeku 5% u odnosu na nivo iz 1990. godine (Tardi, 2022; United Nations Climate Change, 2022b).

U decembru 2012. godine u Dohi u Kataru je potpisan amandman na Protokol iz Kjota, kojim se revidiraju postavljeni ciljevi koji su se trebali ostvariti do 2020. godine. Ipak 2015. godine potpisan je Pariški Ugovor (The Paris Agreement), kojim se Protokol iz Kjota stavlja van snage (United Nations, 2022).

Obavezivanje primarno razvijenih zemalja na smanjenje emisija štetnih gasova i istupanje nekih razvijenih zemalja iz protokola (Sjedinjene Američke Države i Kanada), stvaralo je pritisak i obavezu zemljama članicama EU i pojedinjenim razvijenim zemljama u postizanju zajedničkih ciljeva utvrđenih Kyoto Protokolom. Iz tog razloga krenulo se u pregovore o drugačijim modelima i pristupima koji bi obuhvatili veći broj zemalja u ograničenju emisije štetnih gasova. Pregovori o novoj legislativi o klimatskim promjenama su bili dugi i bez puno uspjeha na nekoliko sastajanja. Ipak, krajnji rezultat pregovora je bilo potpisivanje Pariškog Ugovora 12. decembra 2015.godine na Konvenciji Ujedinjenih Nacija o klimatskim promjenama (COP21),

od strane 196 učesnika (195 zemalja i Evropska Unija). Pariški Ugovor predstavlja univerzalni, pravno obavezujući akt o tretiranju klimatskih promjena na adekvatan način (Savaresi, 2016).

Osnovni zaključci koji su donešeni Pariškim Ugovorom su sljedeći (Savaresi, 2016; Streck, Keenlyside, i Von Unger, 2016):

1. Cilj da se globalno zagrijavanje zadrži ispod 2 stepena Celzijusa uz napore da se zagrijavanje ograniči na 1,5 stepena Celzijusa u odnosu na predindustrijski period;
2. Cilj da emisije štetnih gasova dođu do svog maksimuma što je prije moguće i da se upotrebe sva dostupna znanja kako bi se smanjile emisije štetnih gasova za 55% u odnosu na 1990. godinu do 2050. godine i ostvario cilj o nultoj emisiji u drugoj polovini vijeka;
3. Doprinosi ostvarenju ciljeva pojedinačnih zemalja biće izražene u nacionalnim utvrđenim doprinosima (NCDs), koji će se revidirati svakih 5 godina;
4. Zajednička saradnja zemalja u postizanju ciljeva i pomoć zemljama u razvoju;
5. Zajednički cilj obezbjeđivanja 100 milijardi dolara godišnje od zemalja potpisnica do 2025. godine, a nakon 2025. godine 100 milijardi dolara bi trebala biti donja granica. Zemljama u razvoju se pruža mogućnost dobrovoljne finansijske podrške u skladu sa mogućnostima.

## **5.2 Evropski pogled na obnovljivu energiju**

Briga o klimatskim promjenama i životnoj sredini, kao i promocija energije iz obnovljivih izvora je usađena duboko u strateške planove Evropske Unije, od samog njenog nastanka. Nakon ne baš uspješnih pokušaja promocije energije iz alternativnih izvora 70-tih i 80-tih godina prošlog vijeka, prvi značajniji korak Evropske Unije u ovom pravcu jeste bilo usvajanje Bijele Knjige (White Paper for a Community Strategy and Action Plan), od strane Evropske Komisije 1997. godine, kao reakcija na obaveze preuzete Protokolom iz Kjota (Carella, 2020a).

U Bijeloj Knjizi su pored obrazloženja razloga zašto je neophodna sveobuhvatna strategija na nivou zajednice u pogledu obnovljivih izvora energije iznešeni i strateški ciljevi koji bi se trebali ispuniti do 2010. godine. Osnovni strateški cilj koji je predstavljen u ovom dokumentu jeste postići 12% udjela potrošnje energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije zajednice (European Commission, 1997).

Nakon Bijele Knjige, Evropski Parlament usvaja direktivu o proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora, Direktiva 2001/77/EC. Ovaj dokument proširuje prethodno postavljeni strateški cilj sa još jednim ciljem, a to je da do 2010. godine pored udjela od 12% potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji bude proizvedeno najmanje 22,1% električne energije iz obnovljivih izvora u Evropskoj Uniji. Ciljevi su i tada u vrijeme postavljanja djelovali dosta

ambiciozno. Kada se vratimo na grafik 18, koji prikazuje udio potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji po odabranim geografskim oblastima, uočavamo da na evropskom kontinentu do 2010. godine udio potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji u prosjeku nije prešao 10%. Dodatno, prema Ritchie, Roser i Rosado (2020) ako u obzir uzmemo samo zemlje članice EU ne dobijamo značajno drugačiji rezultat, pa možemo konstatovati da ovaj cilj nije uspunjen u predviđenom periodu.

Kako sprovedene mjere nisu davale očekivane rezultate, zajedno sa povećanjem zagađenja i narušavanja životne sredine, Evropski Parlament je 2009. godine usvojio novu direktivu o promociji korištenja obnovljive energije kojom se stavljaju van snage prethodno navedeni dokumenti. Direktiva 2009/28/EC je nalogala zemljama članicama da povećaju energetske efikasnosti na 20% do 2020. godine, odnosno da udio potrošnje energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije zemalja članica bude najmanje 20% do 2020. godine. Dodatni zadatak zemljama članicama je da povećaju udio utroška biogoriva u transportu na 10%. Ovom direktivom, pored ciljeva i pravila kojih se zemlje članice trebaju ili moraju pridržavati, su se i uspostavili mehanizmi za lakšu saradnju između država članica, kao i trećih zemalja kako bi se na najbolji mogući način ostvarili zacrtani ciljevi (Carella, 2020a).

Ako se ponovo vratimo na grafikon udjela potrošnje obnovljive energije u ukupnoj energiji konstatovat ćemo da u Evropi do 2020. godine ni približno prosječni udio utrošene obnovljive energije u ukupnoj energiji nije dosegao nivo od planiranih 20% udjela. Ako u obzir uzmemo samo zemlje članice, ni tada postavljeni cilj od 20% nije zadovoljen, iako je u 2020. godini ostvarenje cilja bilo jako blizu sa procentom od prosječno 19,21% utroška obnovljive energije u ukupnoj energiji na nivou EU (Ritchie, Roser i Rosado, 2020).

Sljedeći korak bilo je usvajanje Clean Energy for all Europeans Package ili skraćeno kako se još naziva Clean Energy Package (Carella, 2020b). Clean Energy Package predstavlja skup od osam pravnih akata koja regulišu pitanja o energetske performansama, obnovljivoj energiji, energetske efikasnosti i upravljanju tržištem električne energije u EU. Kroz Clean Energy Package se postavljaju osnovni ciljevi EU koji se trebaju ispuniti do 2030. godine:

- 40% smanjenje emisija gasova staklene bašte u odnosu na nivo iz 1990. godine;
- 32% udjela obnovljivih izvora energije u energetske miksu;
- povećanje energetske efikasnosti na 32,5%, u odnosu na prvobitni cilj utvrđen 2009. godine.

Paket od osam akata je objavljen u junu 2019. godine. Pravni akti koji su usvojeni ovim paketom su sljedeći (Nouicer *et al.*, 2020) :

1. Direktiva o energetske efikasnosti ( Directive EU 2018/2002)
2. Direktiva o energetske svojstvima zgrada (Directive EU 2018/844)

3. Direktiva o o zajedničkim pravilima za tržište električne energije (Directive EU/2019/944)
4. Direktiva o obnovljivoj energiji (Directive EU 2018/2001)
5. Regulacija o upravljanju energetsom unijom (Regulation EU 2018/1999)
6. Regulacija o električnoj energiji (Regulation EU 2019/943)
7. Regulacija o pripravnosti na rizike u sektoru električne energije (Regulation EU 2019/941)
8. Regulacija o osnivanju Agencije Evropske Unije za saradnju energetske regulatora (Regulation EU 2019/942)

Pošto se ovaj rad tiče energije iz obnovljivih izvora, detaljnije ćemo se posvetiti sadržaju i odredbama Direktive o obnovljivoj energiji. Nova direktiva o obnovljivoj energiji je donešena najprije zbog ispunjavanja obaveza unije prema Pariškom sporazumu potpisanom 2015. godine u vezi klimatskih promjena. Ovom direktivom je prvobitni cilj da se postigne udio utroška obnovljive energije u ukupnoj energiji do 2030. godine podignut sa 27% na 32% udjela. Zemljama članicama se dopušta da samostalno odrede na koji će način postići ciljeve u okviru svojih energetske i klimatske nacionalnih planova, koje su zemlje obavezne da sačinjavaju u skladu sa Regulativom EU 2018/1999 o upravljanju energetsom unijom.

Direktiva EU 2018/2001 jasno nalaže da bi ciljevi za udio utroška obnovljive energije u ukupnoj energiji do 2020. godine (20% udjela), trebali biti minimum svake zemlje do 2030. godine. U suprotnom se direktivom nalažu daljnji postupci. Kako bi se pomoglo državama članicama da ostvare zacrtan cilj od 32% do 2030. godine Direktivom EU 2018/2001 predviđeni su razni mehanizmi pomoći. Direktiva također povećava procenat učešća potrošnje biogoriva u transportu na 14% do 2030. godine u odnosu na prethodni procenat od 10% koji je važio do 2020. godine. Proširuje se obim oblasti u kojim se države članice obavezuju da koriste obnovljivu energiju, pa tako u sektoru grijanja i hlađenja, svaka država članica mora povećati udio energije iz obnovljivih izvora za 1,3% kao godišnji prosjek izračunat za periode 2021. godine do 2025. godine i 2026. godine do 2030. godine, a vrijednost na osnovu koje se računa rast potrošnje jeste utrošak obnovljive energije u pomenutim sektorima u 2020. godini.

Krajem 2019. godine od strane Evropske Komisije na temeljima evropske strateške dugoročne vizije za prosperitetnu, modernu, konkurentnu i klimatski neutralnu ekonomiju, objavljen je *The European Green Deal*. Prema prvim riječima predsjednice Evropske komisije Ursule von der Leyen na predstavljanju samog Green Deal-a, "Green Deal je sa jedne strane naša vizija klimatski neutralnog kontinenta do 2050. godine, a s druge strane je vrlo posvećena mapa puta tom cilju. Naš cilj je pomiriti ekonomiju sa našom planetom, pomiriti način na koji proizvodimo, način na koji konzumiramo sa našom planetom i učiniti da ona radi za naš narod" (European Commission, 2019a).

The European Green Deal predstavlja novu strategiju rasta kojom se Evropska Unija teži transformirati u pravedno i prosperitetno društvo sa modernom, resursno efikasnom i kompetitivnom ekonomijom i društvo u kojem 2050. godine neće biti emisija štetnih gasova i u kojem privredni rast nije povezan sa upotrebom resursa (European Commission, 2019b).

Green Deal je sastavni dio strategije EU za sprovedbu Agende Ujedinjenih Nacija održivog razvoja do 2030. godine i ciljeva održivog razvoja. Plan transformacije EU ekonomije za održivu budućnost koji je glavna svrha Green Deal se sastoji iz nekoliko različitih cjelina i oblasti, a to su (European Commission, 2019b):

1. Povećanje klimatskih ambicija EU za 2030. i 2050. godinu
2. Snabdijevanje čistom, pristupačnom i sigurnom energijom
3. Pripremanje industrije za čistu i cirkularnu ekonomiju
4. Izgradnja i renoviranje na energetski i resursno efikasan način
5. Ubrzavanje prelaska na održivu i pametnu mobilnost
6. Dizajniranje pravednog, zdravog i ekološki prihvatljivog sistema ishrane
7. Očuvanje i obnavljanje ekosistema
8. Ambicija ka nultoj zagađenosti za životnu sredinu bez toksičnosti

Predstavljene oblasti su samo inicijalna mapa puta u okviru Green Deal čiji će se sadržaj ažurirati prema planiranim potrebama do ostvarenja konačnih ciljeva 2050. godine. Do sada je bilo nekoliko preduzetih koraka u poboljšanju ostvarivanja ciljeva. Potrebno je napomenuti da nećemo predstaviti sve odluke i politike vezane za Green Deal, već samo one koje se tiču tretmana energije iz obnovljivih izvora, što je i predmet ovoga rada. Na ovom mjestu pokušaćemo predstaviti korake relevantne za tretman energije iz obnovljivih izvora.

Prvi značajniji događaj za energiju iz obnovljivih izvora jeste prvo prijedlog a zatim i usvajanje evropskog zakona o klimi Regulacijom EU 2021/1119 Evropskog Parlamenta i Evropskog Vijeća juna 2021. godine. Glavni zaključak ove Uredbe jeste da se treba smanjiti emisija stakleničkih gasova za 55% u odnosu na 1990. godinu, kako bi se ostvario cilj da Evropa bude prvi klimatski neutralan kontinent do 2050.godine. Da bi se ostvario ovaj cilj potrebno je u svim sektorima i poljima izvršiti određena prilagođavanja.

Nakon ovakve odluke prirodan slijed okolnosti je da se mora povećati udio potrošnje energije iz obnovljivih izvora i ubrzati energetska tranzicija. Evropsko Vijeće je u julu 2021. godine donijelo prijedlog izmjena Direktive (EU) 2018/2001 koja se tiče promocije energije iz obnovljivih izvora energije. Glavni zaključci izmjena jesu da se u skladu sa postavljenim ciljem smanjenja emisije štetnih gasova i smanjenja energetske zavisnosti treba povećati udio utroška energije iz obnovljivih izvora u energetskom miksu i granica se povećava sa 32% na 40% udjela do 2030. godine.

Pored ovih mjera do sada je uspostavljeno mnogo drugih mjera i zaključaka da se potpomogne cilju smanjenja emisije štetnih gasova, ali nisu u primarnom fokusu ovog rada zbog prethodno navedenog obrazloženja.

Za finansiranje postizanja ciljeva Green Deal, Evropska Komisija je u januaru 2020. godine usvojila The European Green Deal Investment Plan (EGDIP), koji predstavlja svojevrsan plan finansiranja aktivnosti Green Deal, kroz koji se planira mobilizirati najmanje 1000 milijardi eura u tekućoj i sljedećoj deceniji, kroz budžet EU i povezane instrumente. Kroz tekući i naredni dugoročni budžet EU nastoji se osigurati 503 milijarde eura za finansiranje Green Deal. Pored bužeta nacionalna sufinansiranja ciljeva predočenih Green Dealom bi trebala iznositi oko 114 milijardi. InvestEU kroz svoje mehanizme treba da prikupi 279 milijardi eura za finansiranje. Just Transmission Mechanism treba obezbijediti najmanje 100 milijardi, dok različiti fondovi za inovaciju i modernizaciju trebaju prikupiti oko 25 milijardi za finansiranje Green Deal (European Commission, 2020).

## **6. EMPIRIJSKI DIO RADA**

### **6.1 Dizajn i metodologija istraživanja**

Kako takav vid istraživanja nije ranije učinjen, svrha ovog istraživanja jeste analizirati postojanje potencijalne međuzavisnosti između cijene energenata, a prije svega tu mislimo na cijenu fjučersa sirove nafte i tržišne vrijednosti kompanija koje se bave obnovljivom energijom na evropskom kontinentu. Osnovni statistički alat koji ćemo koristiti u ispitivanju potencijalne međuzavisnosti jeste vektorski autoregresivni model (VAR).

Vektorski autoregresivni model jedan je od najuspješnijih i najfleksibilnijih modela za analizu multivarijantnih vremenskih serija. VAR predstavlja proširenje univarijantnog autoregresivnog modela (AR), koji se sastoji od jedne jednačine na model dinamičke multivarijantne vremenske serije sa sistemom od više jednačina (Zivot i Wang, 2006). VAR je prvi primjenio Sims (1980) u svom radu analizirajući različite makroekonomske pojave i agregate, pokušavajući da pojednostavi složene ekonomske modele koji su se do tada koristili.

Suština VAR modela se ogleda u tome što se sve varijable u modelu posmatraju simetrično, odnosno nije potrebno unaprijed klasifikovati varijable na endogene i egzogene, što možemo istaknuti i kao najveću prednost ovog pristupa. U takvom slučaju svaka varijabla u modelu zavisi od prethodnih vrijednosti ostalih varijabli, zato i postoji više jednačina, odnosno onoliko koliko je se varijabli posmatra (Hendiques i Sadorsky, 2008).

Prema Bahovec i Erjavec (2009) možemo odrediti dvije osnovne svrhe primjene VAR metodologije. Prva je da se VAR metodologijom mogu testirati različite ekonomske teorije koje

pretpostavljaju postojanje nekog oblika veze između varijabli, baš kao što je to radio i tvorac VAR metodologije Sims u svom istraživanju. Druga primarna svrha korištenja ove metodologije jeste da se ispituju dinamički odnosi pojava u prethodnom periodu, što će biti slučaj u našoj analizi.

Rezultate dobijene primjenom VAR metodologije, koji će nam otkriti da li postoji međuzavisosti između cijene sirove nafte i tržišne vrijednosti kompanija za obnovljivu energiju i kojeg je ona smjera upotrijebit ćemo rezultatima Grange-ovog testa kauzalnosti. Ovaj test će nam pomoći da odgovorimo na pitanje da li neka od posmatranih varijabli pomaže u predviđanju buduće vrijednosti druge varijable.

Testiranje potencijalne dugoročne veze među posmatranim varijablama sprovedit ćemo putem testa kointegracije. Najčešći i najzastupljeniji pristup testiranja kointegracije prilikom primjene VAR metode jeste pristup koji je predložio Johansen u svom istraživanju 1988. godine (Bahovec i Erjavec, 2009). Ovaj pristup je popularan najviše zbog svoje jednostavnosti, tako da ćemo ga i mi slijediti u našem istraživanju.

Sve statističke proračune počev od deskriptivne statistike, pa do estimacije VAR modela i ostalih navedenih testova radićemo u statističkom program Stata 13, dok smo za pripremu baze podataka i grafičkih prikaza koristili Microsoft Excel.

## **6.2 Korišteni podaci i varijable od interesa**

U empirijskoj analizi ovog rada, za praćenje cijena sirove nafte kao najvažnijeg reprezentata kretanja cijene neobnovljivih izvora energije korištene su cijene fjučersa na tip sirove nafte Brent, jer smo u prethodnom dijelu rada zaključili da je to referentni pokazatelj kretanja cijene sirove nafte za Evropu. Za praćenje cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju u Evropi koristit ćemo vrijednost European Renewable Energy Total Return Index-a, koji se sastoji od 10 najvećih kompanija u Evropi koje se bave poslovima sa obnovljivom energijom.

Analiza obuhvata osmogodišnji vremenski period od 2015. godine do 2022. godine. Podaci su prikupljeni na sedmičnom nivou i sadrže informacije o postignutim cijenama posmatranih varijabli u momentu zatvaranja berzi na kraju dana. Podaci o cijenama pomenutih varijabli od interesa prikupljene su svake srijede, od 7.1.2015. godine do 28.12.2022. godine, sa ukupno 416 observacija. Razlog zbog kojeg se uzimaju cijene zatvaranja srijedom jeste veća vjerovatnoća da srijedom ima manje praznika i neradnih dana nego petkom na kraju radne nedelje (Henriques i Sandorsky, 2008). Svi podaci su prikupljeni sa sajtova Investing.com i Ycharts.com, i iskazani su u američkim dolarima.

Na grafikonima ispod prikazani su korišteni podaci o vrijednostima ERIX fjučersa na sirovu naftu tipa Brent u toku posmatranog perioda navedenog u analizi. Možemo izvući nekoliko



zaključaka. Grafik 22 koji prati kretanje sedmičnih podataka o vrijednosti ERIX indeksa nam govori da je vrijednost indeksa rasla do početka 2020. godine i pojave COVID-19 pandemije. Nakon tog kratkoročnog pada, vrijednost naglo raste i dostiže svoj vrhunac početkom 2021. godine. Nakon ovog perioda vrijednost indeksa dosta više oscilira nego u prethodnom period prije COVID-19 pandemije i ne može se uočiti neki prepoznatljiv pravac kretanja. Kod cijene fjučersa na Brent (Grafik 23), također imamo pad cijene sa pojavom COVID-19 pandemije, koji je trajao nešto duže nego kod ERIX indeksa, dok je oporavak nakon prvobitnog šoka također trajao duže sve do početka 2022. godine i naglog skoka cijene sirove nafte sa početkom ruske agresije na Ukrajinu, kako je to već prethodno i objašnjeno.

*Grafik 22 Grafički prikaz korištenih podataka o vrijednosti ERIX u analizi*



*Izvor: Sopstvena izrada*

*Grafik 23 Grafički prikaz korištenih podataka o vrijednosti fjučersa na BRENT u analizi*



*Izvor: Sopstvena izrada*

## 6.3 Rezultati i diskusija

### 6.3.1 Deskriptivna statistika i koeficijent korelacije

Empirijski dio istraživanja započecemo sa analizom mjera deskriptivne statistike varijabli od interesa. U tabeli 2 prikazane su najvažnije mjere deskriptivne statistike za varijable ERIX i BRENT, koje ćemo detaljnije obrazložiti u nastavku. Vrijednost ERIX indeksa je u prosjeku iznosila oko 1455 dolara u posmatranom periodu, dok standardna devijacija, odnosno linearno odstupanje od aritmetičke sredine iznosi 675,96 dolara. Minimalna vrijednost ovog indeksa u posmatranom periodu je bila 623,23 dolara na dan 14.1.2015. godine, dok je maksimalna cijena iznosila 3439,28 dolara na dan 6.1.2021. godine. Koeficijent asimetrije pokazuje da je raspored cijena ERIX pozitivno asimetričan ( $\alpha_3 = 0,8429075$ ), što znači da je rep distribucije veći sa desne strane. Koeficijent zaobljenosti,  $\alpha_4$  jednak je 2,493726, što nam ukazuje da distribucija ima spljošten vrh u odnosu na normalnu distribuciju.

Kada govorimo o historijskom kretanju cijene fjučersa na Brent tip sirove nafte, u posmatranom periodu prosječna cijena fjučersa iznosila je 69,74 dolara. Linearno odstupanje od aritmetičke sredine iznosi 18,68 dolara. Maksimalna cijena fjučersa na Brent u posmatranom periodu je iznosila 123,58 dolara, na dan 8.6.2022. godine, dok je minimalna cijena fjučersa iznosila 20,37 dolara, na datum 22.4.2020. godine. Distribucija podataka o cijeni fjučersa sirove nafte tipa Brent je također desno, odnosno pozitivno asimetrična ( $\alpha_3 = 0,7521183$ ), dok je koeficijent zaobljenosti veći od 3, što nam pokazuje da je distribucija izdužena u odnosu na normalnu distribuciju ( $\alpha_4 = 3,6619$ ).

*Tabela 2 Deskriptivna statistika varijabli od interesa*

	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Koef. asimetrije	Koef. zaobljenosti
ERIX	1455,067	675,962	623,23	3439,28	0,8429075	2,493726
BRENT	62,741	18,677	20,37	123,58	0,7521183	3,6619

*Izvor: Sopstvena izrada*

Koeficijent linearne korelacije je statistička mjera koja nam pokazuje jačinu i smjer povezanosti između varijabli. Kreće se u intervalima od -1 (potpuno negativno povezane) do 1 (potpuno pozitivno povezane), a ukoliko je koeficijent 0 znači da varijabli nisu povezane. U našoj analizi izračunali smo koeficijent linearne korelacije između historijskih vrijednosti ERIX i historijskih cijena fjučersa na sirovi naftu tipa Brent, koji je prikazan u sljedećoj tabeli.

Tabela 3 Koeficijent korelacije između BRENT i ERIX

	BRENT	ERIX
BRENT	1	0,4301
ERIX	0,4301	1

Izvor: Sopstvena izrada

Koeficijent linearne korelacije između cijena ERIX i fjučersa na Brent iznosi 0,4301. Možemo zaključiti da između vrijednosti indeksa ERIX i cijene fjučersa na Brent postoji pozitivna veza odnosno da se cijene ove dvije varijable kreću u istom smjeru. Ovaj zaključak je donekle u skladu sa zaključcima koji su donijeli Kumar, Managi, i Matsuda (2012), Managi i Okimoto (2013), kao i Dutta (2017), Ahmad (2017). Međutim korelacija nam ne daje informacije o uzročnim vezama između varijabli, odnosno da li neka od varijabli uzrokuje vrijednost druge varijable, stoga ćemo u nastavku pokušati utvrditi da li postoji uzročnost između varijabli.

### 6.3.2 Estimacija VAR modela

Kao što smo prethodno i naveli u ovoj analizi koristit ćemo bivarijantni vektorski autoregresivni model (VAR) model za analizu postojanja međuzavisnosti između cijena fjučersa na Brent i vrijednosti European Renewable Energy Total Return Indeksa.

Opšta jednačina VAR modela može se napisati u sljedećem obliku (Bahovec i Erjavec, 2009):

$$y_t = \sum_{j=1}^p \beta_j y_{t-j} + u_t$$

Gdje je:

$y_t$  - n\*1 vektora endogenih varijabli

$\beta_j$  - n\*n matrica koeficijenata koji se trebaju ocjeniti

$u_t$  - n\*1 vektora slučajnog člana

U nastavku ćemo specificirati sistem jednačina VAR modela koji ćemo koristiti u analizi:

$$BRENT_t = cons + \sum_{j=1}^p \beta_j BRENT_{t-j} + \sum_{j=1}^p \phi_j ERIX_{t-j} + u_{1t} \quad (1)$$

$$ERIX_t = cons + \sum_{j=1}^p \beta_j BRENT_{t-j} + \sum_{j=1}^p \phi_j ERIX_{t-j} + u_{2t} \quad (2)$$

Prvi korak u analizi vremenskih serija jeste ispitivanje stacionarnosti vremenske serije. Stacionarnost podrazumijeva da se vremenska serija kreće po prepoznatljivoj putanji. Za varijablu  $X_t$  se kaže da je stacionarna ako su njena očekivana vrijednost i varijansa konstantne tokom vremena. Ukoliko jedann od uslova nije zadovoljen, konstatuje se problem sa stacionarnošću (Bahovec i Erjavec, 2009).

Stacionarnost se najčešće ispituje testovima jediničnog korijena. Testovi jediničnog korijena se sprovode u koracima. Prvo se testira varijabla  $X_t$  i postojanje stacionarnosti kod nje. Ukoliko varijabla nije stacionarna ona se najčešće diferencira, pa se ispituje stacionarnost prvih diferencijala. Ukoliko ni prvi diferencijal nije stacionaran varijabla se opet diferencira i ispituje se njena stacionarnost i tako redom dok se ne utvrdi stacionarnost date varijable (Bahovec i Erjavec, 2009).

Međutim, prilikom primjene VAR modela mnogi naučnici zastupaju stav da nije neophodno da varijable budu stacionarne kako bi se VAR mogao primjeniti na njih. Oni to opravdavaju činjenicom da je svrha VAR modela analiza međuzavisnosti između varijabli, a ne utvrđivanje parametara. Isto tako zagovornici ovakvog pristupa negoduju diferenciranje varijabli zarad postizanja stacionarnosti iz razloga što se u tom slučaju gube moguće veoma važne informacije o dinamičnosti pojava. Smatra se još da diferenciranje ne pomaže u povećanju efikasnosti ocjenjenog modela (Sims, 2000).

Najzastupljeniji testovi jediničnog korijena jesu Dickey-Fuller test i Philips and Perron test. Nulta hipoteza ovih testova glasi da serija ima jedinični korijen, što dovodi do zaključka da je vremenska serija nestacionarna. Rezultati pomenutih testova u našem slučaju dati su u nastavku.

*Tabela 4 Rezultati testova jediničnog korijena za varijable ERIX i BRENT*

	P vrijednost testa za ERIX	P vrijednost testa za BRENT
Dickey-Fuller test	0,6693	0,3672
Phillips and Perron test	0,6648	0,4079

*Izvor: Sopstvena izrada*

Rezultat Dickey–Fuller testa za varijablu ERIX daje p vrijednost koja iznosi 0,6693 , što nam govori da pri svim konvencionalnim nivoima značajnosti nemamo dovoljno dokaza da odbacimo nultu hipotezu koja glasi da varijabla ima jedinični korijen, odnosno da je nestacionarna. Kada koristimo Phillips and Perron test za pomenutu varijablu dobijamo p vrijednost 0,6648 , što nas dovodi do istog zaključka kao i Dickey-Fuller test, odnosno da imamo slučaj nestacionarnosti.

Rezultati Dickey–Fuller testa i Phillips and Perron testa za varijablu BRENT daju p vrijednost od 0,3672 odnosno 0,4079, što je veće od svih konvencionalnih nivoa značajnosti i u ovom slučaju također nemamo dovoljno dokaza da odbijemo nultu hipotezu koja konstatuje nestacionarnost varijable.

Kako je primarni cilj ovog rada analizirati potencijalnu međuzavisnost između varijabli držat ćemo se prethodno navedenog obrazloženja da varijable ne moraju biti stacionarne kako bi se model mogao ocjeniti i nećemo diferencirati varijable zarad postizanja stacionarnosti kako ne bi došli do pogrešnog zaključka usljed gubljenja podataka diferenciranjem.

Naredni korak u analizi jeste odrediti dužinu pomaka (lag). Broj pomaka u analizi utiče i na tumačenje ocjenjenih koeficijenata u modelu. Na primjer ako odredimo dužinu pomaka od 1, znači da ćemo prilikom tumačenja ocjenjenih koeficijenata u našem modelu razmatrati kakav je uticaj vrijednosti nezavisne varijable iz prošle sedmice na ovosedmične vrijednosti zavisne varijable.

Pravilan odabir dužine pomaka je veoma važan, jer ukoliko odaberemo premalu dužinu pomaka model neće biti dobro specificiran i VAR neće adekvatno oslikavati dinamičnost podataka, dok sa druge strane ukoliko odaberemo previše pomaka izgubit ćemo stepene slobode, što će dovesti do povećanja standardnih grešaka ocjenjenih koeficijenata (Henriques i Sadorsky, 2008). Informacioni kriterijumi koji se koriste za određivanje dužine pomaka su Akaike (AIC), Schwartz Bayesian (SBIC) i Hannan i Quinn (HQIC). Rezultati informacionih kriterijuma za dužinu pomaka naših varijabli od interesa prikazani su u nastavku.

*Tabela 5 Rezultati informacionih kriterijuma za određivanje dužine pomaka ERIX i BRENT*

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-4958,2				1,3e+08	24,3745	24,3823	24,3942
1	-3399,4	3117,5	4	0,000	63491,3	16,7344	16,7578*	16,7935*
2	-3396,5	5,8161	4	0,213	63833	16,7398	16,7788	16,8383
3	-3394,2	4,7636	4	0,312	64342,9	16,7477	16,8023	16,8856
4	-3385,8	16,708	4	0,002	62981,4	16,7263	16,7965	16,9036
5	-3381,6	8,4831	4	0,075	62907,5*	16,7251*	16,8109	16,9418

*Izvor: Sopstvena izrada*

Kao što možemo i primjetiti iz prethodne tabele, informacijski kriterijumi HQIC i SBIC sugeriraju da bi trebalo koristiti jedan pomak u našem modelu, dok informacijski kriterijum AIC sugeriraju kako bi trebalo koristiti 5 pomaka. Kako Ivanov i Kilian (2001) sugeriraju da su Schwartz Bayesian i Hannan i Quinn informacijski kriterijumi upravo oni koji daju preciznije rezultate na podacima sa više observacija, a u našem slučaju ih imamo 416, koristit ćemo rezultate od ovih kriterijuma od jednog pomaka u našoj analizi, tako da ćemo u našem estimiranom VAR modelu koristiti jedan pomak unazad.

Sada kada znamo broj pomaka koji ćemo koristiti u analizi možemo specificirati sistem jednačina bivarijantnog VAR(1) modela koji ćemo ocjeniti:

$$BRENT_t = cons + \beta_{11}BRENT_{t-1} + \Phi_{12}ERIX_{t-1} + u_{1t} \quad (1)$$

$$ERIX_t = cons + \beta_{21}BRENT_{t-1} + \Phi_{22}ERIX_{t-1} + u_{2t} \quad (2)$$

Ocjenjeni koeficijenti estimiranog VAR(1) modela prikazani su u nastavku rada.

*Tabela 6 Rezultati estimiranog VAR(1) modela*

Sample	2015w2-2023w1		No. Of observations		416	
Log likelihood	-3469,231		AIC		16,70784	
FPE	61826,58		HQIC		16,73083	
det(sigma_ml)	60068,57		SBIC		16,76598	
Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2	
BRENT	3	3,517	0,9648	11390,59	0,0000	
ERIX	3	70,966	0,9890	37464,87	0,0000	
		Coef.	Std. Err.	z	P> z	95% conf. interval
<b>BRENT</b>	<b>BRENT</b>					
	L1.	0,9754415	0,010197	95,66	0,000	0,9554565 0,9954265

	<b>ERIX</b>					
	L1.	0,0004914	0,000282	1,74	0,081	-0,0000606 0,0010434
	cons	0,9025159	0,617566	1,46	0,144	-0,307892 2,112924
<b>ERIX</b>	<b>BRENT</b>					
	L1.	-0,307015	0,205747	-1,49	0,136	-0,7102726 0,0962424
	<b>ERIX</b>					
	L1.	0,9973908	0,005683	175,51	0,000	0,9862525 1,008529
	cons	26,56301	12,46123	2,13	0,033	2,139448 50,98657

*Izvor: Sopstvena izrada*

Iz tabele 6 možemo zapisati jednačine našeg ocjenjenog VAR modela kako slijedi:

$$BRENT_t = 0,9025 + 0,9754BRENT_{t-1} + 0,00049ERIX_{t-1} \quad (1)$$

$$ERIX_t = 26,563 - 0,307BRENT_{t-1} + 0,9974ERIX_{t-1} \quad (2)$$

Ono što prvo uočavamo iz tabele jeste da možemo reći da je ocjenjeni VAR model statistički značajan. Koficijent determinacije ( $R^2$ ) kao jedan od pokazatelja kvaliteta ocjenjenog modela, je prilično veliki za obje jednačine i iznosi 0,9648 prvu jednačinu, dok za drugu jednačinu iznosi 0,9890. Možemo konstatovati da je oko 96% varijabiliteta zavisne varijable u prvoj jednačini objašnjeno varijacijama nezavisnih promjenljivih, dok u drugoj jednačini je oko 98% varijacija zavisne promjenljive objašnjeno varijacijama u nezavisnim promjenljivim.

Sada možemo preći na tumačenje koeficijenata. Prvo ćemo tumačiti koeficijente prve jednačine, odnosno slučaj kada je varijabla  $BRENT_t$  zavisna u modelu.

Konstanta u modelu predstavlja vrijednost zavisne varijable kada su sve ostale varijable u modelu jednake nuli, tako da ona nema posebno značajno tumačenje.

$\beta_{11}$ - Povećanje cijene fječersa na sirovu naftu tipa Brent od jednog dolara u prethodnoj sedmici dovodi do povećanja cijene fjučersa date varijable od 0,9754 dolara u trenutnom periodu uz ostale uslove nepromjenjene. Varijabla je statistički značajna na svim konvencionalnim nivoima značajnosti (p vrijednost iznosi 0,000).

$\Phi_{12}$ - Povećanje vrijednosti European Renewable Energy total Return indeksa za jedan dolar u prethodnoj sedmici dovodi do povećanja cijene fjučersa na sirovu naftu tipa Brent od 0,0004914 dolara u trenutnom periodu uz ostale uslove nepromjenjene. Varijabla je statistički značajna na nivou od 10% značajnosti (p vrijednost iznosi 0,081).

Druga jednačina predstavlja slučaj kada je varijabla  $ERIX_t$  zavisna u modelu, pa ćemo sada tumačiti koeficijente iz ove jednačine.

$\beta_{21}$ - Povećanje cijene fječersa na sirovu naftu tipa Brent od jednog dolara u prethodnoj sedmici dovodi do smanjena vrijednosti European Renewable Energy Total Return indeksa od 0,307015 uz ostale uslove nepromjenjene, ali varijabla nije statistički značajna ni na jednom konvencionalnom nivou značajnosti (p vrijednost iznosi 0,136).

$\Phi_{22}$ - Povećanje vrijednosti European Renewable Energy total Return indeksa za jedan dolar u prethodnoj sedmici dovodi do povećanja vrijednosti date varijable od 0,9973908 dolara u trenutnom periodu uz ostale uslove nepromjenjene. Varijabla je statistički značajna na svim konvencionalnim nivoima značajnosti (p vrijednost iznosi 0,000).

#### 6.3.2.1 Provjera stabilnosti VAR modela

Bez obzira što je ocjenjeni model statistički značajan i što koeficijenti determinacije upućuju da je model dobro ocjenjen, da bi VAR model bio relevantan i da bi ocjenjeni koeficijenti bili ispravni, moraju se zadovoljavati neki uslovi stabilnosti. Ukoliko sve karakteristične vrijednosti leže unutar jediničnog kruga možemo smatrati da je VAR model stabilan. U slučaju postavljenog VAR modela u ovom istraživanju sve karakteristične vrijednosti se nalaze unutar jediničnog kruga, što možemo vidjeti i na narednoj tabeli, kao i slici 1.

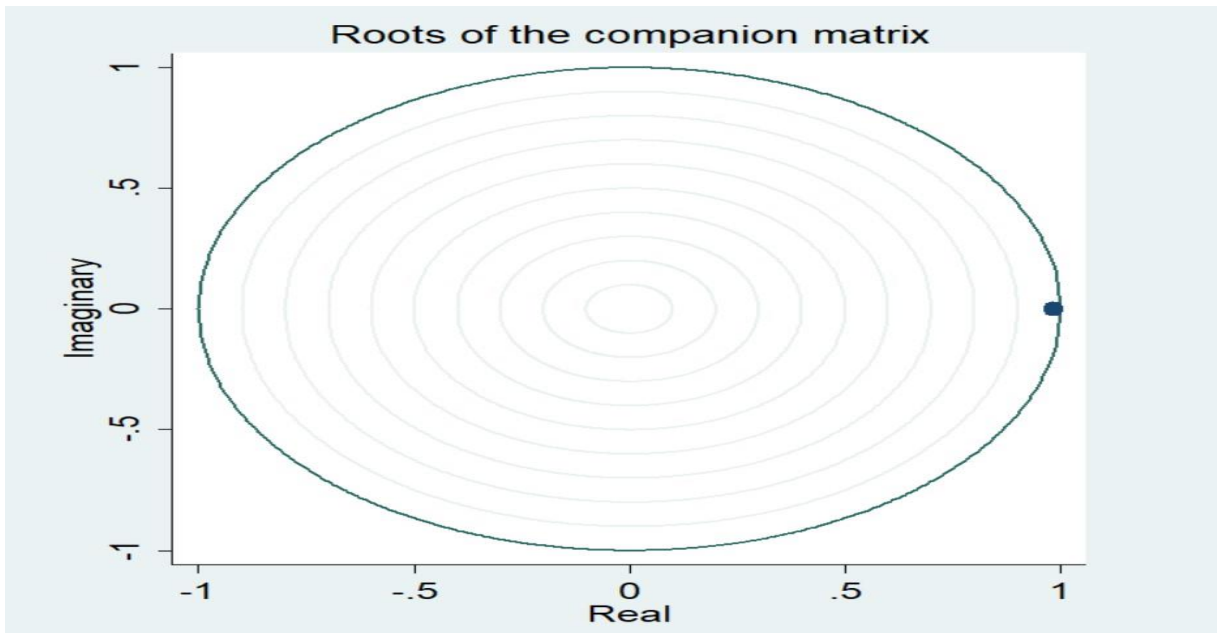


Tabela 7 Rezultati testa stabilnosti VAR modela

Eigenvalue	Modulus
$0,9864162 + 0,00551637i$	0,986432
$0,9864162 - 0,00551637i$	0,986432

Izvor: Sopstvena izrada

Slika 1 Prikaz karakterističnih vrijednosti unutar jediničnog kruga



Izvor: Sopstvena izrada

Sljedeće što ćemo ispitati jeste ponašanje rezidualnih odstupanja, odnosno odstupanja stvarnih vrijednosti od onih modelom ocjenjenih. Deskriptivna statistika reziduala u ocjenjenom modelu prikazana je u narednoj tabeli.

Tabela 8 Deskriptivna statistika reziduala u modelu

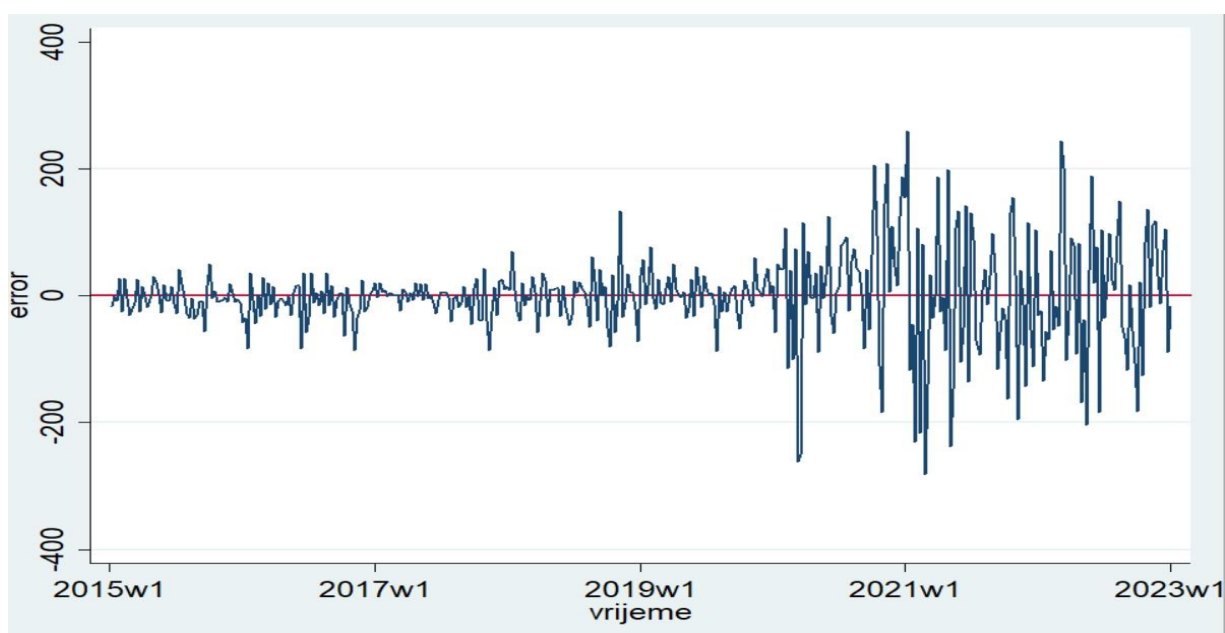
Variable	Obs	Mean	St. Dev.	Min	Max
error	416	-2,85e-08	70,79476	-282,1118	259,6688

Izvor: Sopstvena izrada

Kao što možemo i vidjeti sa tabele 8, prosječna vrijednost reziduala je blizu 0, što je dobar znak, što implicira da reziduali u prosjeku ne utiču na zavisne varijable u modelu.

Na grafiku 24 prikazano je odstupanje reziduala od svoje aritmetičke sredine, koja je označena crvenom linijom na grafikonu. Možemo zaključiti da se reziduali kreću u relativno uskim granicama oko svoje aritmetičke sredine do početka 2020. godine od kada kreće period nestabilnosti i reziduali nešto više odstupaju od svoje aritmetičke sredine. Razloge ovakvog ponašanja reziduala tražimo prije svega u poremećajima tržišta usljed COVID-19 virusa i ruske agresije na Ukrajinu.

*Grafik 24 prikaz rezidualnih odstupanja od svoje aritmetičke sredine*



*Izvor: Sopstvena izrada*

Na kraju sprovodimo i formalni Ljung-Box multiplier test serijske autokorelacije u rezidualima, čija nulta hipoteza glasi:

*H0: Ne postoji autokorelacija na datom nivou pomaka*

Rezultati testa prikazani su u tabeli 9. Kao što možemo primjetiti, na jednom pomaku unazad p vrijednost iznosi 0,24730, što je dosta veće od svih konvencionalnih nivoa značajnosti i ne možemo odbiti nultu hipotezu koja konstatuje da ne postoji autokorelacija u rezidualima u ocjenjenom modelu na datom nivou pomaka.

*Tabela 9 Rezultati Langrage-multiplier testa serijske autokorelacije*

lag	chi2	df	prob>chi2
1	5,4151	4	0,24730

*Izvor: Sopstvena izrada*

Nakon sprovedenih testova, možemo konstatovati da je naš estimirani VAR model odgovarajući i da se može koristiti za testiranje hipoteza i ispitivanja dinamičkih svojstava analiziranih podataka.

### 6.3.3 Grange-ov test kauzalnosti

Ono što nam VAR model omogućava jeste da sprovedemo Grange-ov test kauzalnosti. Grange-ov test kauzalnosti govori da li prethodne vrednosti jedne varijable pružaju korisne informacije za predviđanje druge varijable. Nulta hipoteza ovog testa kaže da prethodne vrijednosti varijable X nemaju statistički značajan uticaj na predviđanje varijable Y, odnosno kako se još kaže X nije Granger kauzalno na Y. Rezultati Granger-ovog testa kauzalnosti primjenjeni na naše varijable od interesa prikazani su u nastavku.

*Tabela 10 Rezultati Granger-ovog testa kauzalnosti*

Equation	Excluded	chi2	df	Prob>chi2
BRENT	ERIX	3,0445	1	0,081
BRENT	ALL	3,0445	1	0,081
ERIX	BRENT	2,2266	1	0,136
ERIX	ALL	2,2266	1	0,136

*Izvor: Sopstvena izrada*

U prvom redu prikazan je rezultat Granger-ovog testa kauzalnosti u slučaju uticaja prošlih vrijednosti ERIX indeksa na predviđanje budućih cijena sirove nafte tipa Brent. P vrijednost testa u ovom slučaju iznosi 0,081, što je statistički značajno na nivou od 10%, pa možemo odbiti nultu hipotezu i zaključiti da na nivou od 10% značajnosti vrijednost ERIX indeksa je Granger kauzalno na cijenu fjučersa sirove nafte tipa BRENT.

U drugom redu prikazan je rezultat Granger-ovog testa kauzalnosti u slučaju uticaja prošlih vrijednosti cijene sirove nafte tipa BRENT na vrijednost indeksa dionica kompanija za obnovljivu energiju ERIX. P vrijednost testa iznosi 0,136, što je u ovom slučaju veće od svih konvencionalnih nivoa značajnosti. Moramo potvrditi nultu hipotezu i konstatovati da cijena

sirove nafte Brent nije Granger kauzalna na cijenu indeksa ERIX ni na jednom od konvencionalnih nivoa značajnosti.

#### 6.3.4 Testiranje postojanja dugoročne veze između vrijednosti ERIX i BRENT

Postojanje dugoročne veze između cijena nafte tipa BRENT i vrijednosti indeksa ERIX ispitaćemo pomoću testova kointegracije između varijabli BRENT i ERIX. Ekonomska interpretacija kointegracije između varijabli jeste da između varijabli postoji dugoročna povezanost (Bahovec i Erjavec, 2009). Dakle ukoliko ustanovimo kointegraciju između varijabli ustanovit ćemo i dugoročnu vezu između njih, a ukoliko ne postoji kointegracija ne postoji ni dugoročna veza između varijabli.

Prije svega moramo pojasniti pojam kointegracije. U situaciji kada su dvije varijable nestacionarne moguće je da je njihova linearna kombinacija stacionarna odnosno kointegrirana. Ako su varijable  $Y_t$  i  $X_t$  dvije nestacionarne varijable i  $Y_t$  se izrazi kao linearna funkcija  $X_t$  na način:  $Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t$ , razlika između  $Y_t$  i linearne kombinacije  $\alpha + \beta X_t$  bi trebala biti stacionarna ( $u_t = Y_t - (\alpha + \beta X_t)$ ). Na ovaj način  $X_t$  i  $Y_t$  bi trebale imati sličnu dugoročnu dinamiku. Važan uslov za postojanje kointegracije između varijabli jeste da budu integrirane istog reda integracije, odnosno da vremenske serije postanu stacionarne nakon istog broja diferenciranja (Bahovec i Erjavec, 2009). Na primjer ako varijabla postane stacionarna nakon prvog diferenciranja kaže se da je integrirana reda 1, ako postane stacionarna nakon drugog diferenciranja kaže se da je integrirana reda 2, itd.

Dakle prvi korak u ispitivanju postojanja kointegracije između varijabli ERIX i BRENT jeste da utvrdimo red integracije. Diferencirat ćemo varijable ERIX i BRENT i dobiti diferencirane varijable  $dERIX$  i  $dBRENT$ . Na diferencirane varijable ćemo primjeniti testove stacionarnosti od ranije (Dickey-Fuller i Philips and Perron test), rezultati su prikazani u narednoj tabeli.

*Tabela 11 Rezultati testova jediničnog korijena za varijable  $dERIX$  i  $dBRENT$*

	P vrijednost testa za $dERIX$	P vrijednost testa za $dBRENT$
Dickey-Fuller test	0,0000	0,0000
Phillips and Perron test	0,0000	0,0000

*Izvor: Sopstvena izrada*

Kao što možemo i uočiti iz tabele, varijabla ERIX kao i varijabla BRENT postaju stacionarne nakon prvog diferenciranja i kažemo da su one integrirane reda 1.

Sada prelazimo na formalni Johansen test kointegracije između varijable ERIX i BRENT. Rezultati testa prikazani su u tabeli 12. Nulta hipoteza ovog testa kaže da postoji barem dati rang kointegrirajućih jednačina. Ukoliko je trace statistika manja od kritične vrijednosti to znači da nemamo dovoljno dokaza da odbijemo nultu hipotezu, a ukoliko je veća onda odbijamo nultu hipotezu i prihvatamo alternativnu koja kaže da ne postoji kointegrirajuća jednačina na datom rangu.

U modelu sa n varijabli možemo imati maksimalno n-1 kointegrirajućih jednačina, što znači da u našem modelu sa dvije varijable maksimalan broj kointegrirajućih jednačina je jedan, što ćemo vidjeti i u narednoj tabeli.

Trace statistika za rang 1 je manja od kritične vrijednosti ( $2,4031 < 3,76$ ), dakle nemamo dovoljno dokaza da odbijemo nultu hipotezu i konstatujemo da postoji barem 1 kointegrirajuća jednačina, što znači da postoji kointegracija, odnosno dugoročna veza između vrijednosti indeksa ERIX i cijena fjučersa na sirovu naftu tipa Brent.

*Tabela 12 rezultati Johansen-ovog testa kointegracije*

Trend	constant		Number of observations		
Sample	2015w2-2023w1		Lags		416
Maximum rank	Parms	LL	Eigenvalue	Trace statistic	5% critical value
0	2	-3473,9773	.	9,4921	15,41
1	5	-3470,4327	0,01690	2,4031	3,76
2	6	-3469,2312	0,00576		

*Izvor: Sopstvena izrada*

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirano je potencijalno postojanje međuzavisnosti između cijena sirove nafte i tržišne vrijednosti kompanija koje se bave proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora sa fokusom na evropsko tržište.

Od jednostavne korelacione analize preko složenije analize multivariacione statistike i različitih testova pokušali smo odgovoriti na naša istraživačka pitanja sa početka ovog rada.

Rezultati korelacione analize su pokazali da se *vrijednost evropskih kompanija za obnovljivu energiju i cijena sirove nafte Brent kreću u istom smjeru tokom posmatranog perioda*. Također

rezultati estimiranog VAR modela navode da *postoji međuzavisnost između cijena sirove nafte i tržišne vrijednosti kompanija koje se bave obnovljivom energijom na evropskom tlu.*

Rezultati također govore da smjer uticaja ide od tržišne vrijednosti kompanija za obnovljivu energiju ka cijenama sirove nafte, dok uticaj cijena sirove nafte na tržišnu vrijednost evropskih kompanija za obnovljivu energiju nije statistički signifikantan. Sprovedeni Grange-ov test kauzalnosti potvrđuje ovu konstataciju. Ovakvi rezultati su u skladu sa Geng *et.al* (2021), koji su također zaključili da smjer uticaja ide od cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju ka cijenama nafte.

Dalje, ispitivanjem dugoročne veze između posmatranih varijabli kako bi odgovorili na naše drugo istraživačko pitanje, zaključili smo putem testa kointegracije da je *veza između cijena sirove nafte i tržišne vrijednosti evropskih kompanija za obnovljivu energiju prisutna i u dugom roku*, jer smo utvrdili postojanje kointegracije među varijablama.

Generalni zaključak koji možemo izvesti posmatrajući cjelokupno istraživanje je da energija iz obnovljivih izvora još uvijek nije dostigla nivo značajnosti koji bi trebalo da ima. Analizirajući prvo svjetski, a potom i evropski pogled na obnovljivu energiju mogli smo vidjeti da za sada uloženi napor u smanjivanju značaja fosilnih goriva i promocija energije iz obnovljivih izvora nisu značajno urodili plodom. Jedino Južna Amerika kao kontinent ima udio potrošnje obnovljive energije veći od 30% u ukupno utrošenoj energiji.

I dalje su fosilna goriva primarni izvor energije iako u primjetnom padu, ali još uvijek zauzimaju dosta veći procenat upotrebe od energije iz obnovljivih izvora, tako da je ta tranzicija ka čistijoj energiji sporija nego što se možda očekivalo. Energija iz obnovljivih izvora je svakako mapa puta koji treba slijediti u očuvanju životne sredine kroz godine koje dolaze i povećanja energetske efikasnosti u budućnosti.

Ono što se može navesti kao ograničenje ovog istraživanja koji bi mogao poslužiti kao preporuka za neka buduća istraživanja na ovu i sličnu temu jeste korištenje agregatnog indeksa kada govorimo o praćenju cijena dionica kompanija za obnovljivu energiju. Korištenje agregatnog indeksa u analizi nam je pružilo odgovor na pitanje o povezanosti cijene kompanija za obnovljivu energiju sa cijenama sirove nafte na nivou cjelokupnog sektora, bez ulaženja u analizu različitih podsektora u okviru obnovljive energije i njihov odnos sa cijenama sirove nafte. Trebalo bi ispitati kako pojedine kompanije u različitim sektorima obnovljive energije reaguju na promjene u cijenama sirove nafte i da li su rezultati jednoznačni kao na nivou agregiranog indeksa. Dodatno, može se proširiti vremenska serija kako bi se potvrdili ili opovrgnuli dobijeni nalazi ovom studijom.

Isto tako nakon što smo utvrdili da postoji povezanost između cijena sirove nafte i cijena dionica kompanija koje se bave obnovljivom energijom u Evropi, moguće je primjenom drugačijeg

metodološkog pristupa utvrditi da li se ta veza mijenja u različitim tržišnim uslovima ili ostaje ista. Problem koji može praviti još veću distorziju u podacima i koji može otežati neka buduća istraživanja jeste trenutno jako turbuletan period sa kojim se suočavaju sve ekonomije svijeta. Povećani rast inflacije, rast kamatnih stopa i najava recesije od strane SAD i Evrope na proljeće 2024. godine će gotovo sigurno uticati i na kretanje cijene nafte pogotovo, ali i na ostala tržišta među kojima su tržišta kapitala na kojima se trguje dionicama kompanija za obnovljivu energiju.

## REFERENCE

1. Ahmad, W. (2017). On the dynamic dependence and investment performance of crude oil and clean energy stocks. *Research in International Business and Finance*, 42, 376-389.
2. Aizarani. (2023). *Top countries natural gas production worldwide | Statista*. Statista. Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/264101/world-natural-gas-production-by-country/> (Pristupljeno: 24.6.2023).
3. Amadeo, Kelly, & Rubin. (2022). *What Is Crude Oil? The Balance Money*. Dostupno na: <https://www.thebalancemoney.com/crude-oil-prices-trends-and-impact-on-the-economy-and-you-3305738#citation-25> (Pristupljeno 17.6.2023).
4. An, H., Razzaq, A., Haseeb, M., & Mihardjo, L. W. (2021). The role of technology innovation and people's connectivity in testing environmental Kuznets curve and pollution heaven hypotheses across the Belt and Road host countries: new evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5254-5270.
5. Arouri, M. E. H., & Nguyen, D. K. (2010). Oil prices, stock markets and portfolio investment: Evidence from sector analysis in Europe over the last decade. *Energy policy*, 38(8), 4528-4539.
6. Bahovec, V., & Erjavec, N. (2009). *Uvod u ekonometrijsku analizu*. Zagreb: Element
7. Broadstock, D. C., Cao, H., & Zhang, D. (2012). Oil shocks and their impact on energy related stocks in China. *Energy Economics*, 34(6), 1888-1895.
8. Caporale, G. M., Spagnolo, N., & Almajali, A. (2023). Connectedness between fossil and renewable energy stock indices: The impact of the COP policies. *Economic Modelling*, 123, 106273.
9. Carella, C. (2020a). *Renewable Energy in the European Union - Florence School of Regulation*. Dostupno na: <https://fsr.eui.eu/renewable-energy-in-the-european-union/> (Pristupljeno: 13.7.2023).
10. Carella, C. (2020b). *The Clean Energy for all Europeans Package - Florence School of Regulation*. Dostupno na: <https://fsr.eui.eu/the-clean-energy-for-all-europeans-package/> (Pristupljeno: 14.7.2023).
11. Čaušević F. (2012). *OSNOVE EKONOMIJE PRVI DIO – OSNOVE MIKROEKONOMIJE I EKONOMSKE FUNKCIJE DRŽAVE*. Sarajevo: Ekonomski fakultet u Sarajevu.
12. Dawar, I., Dutta, A., Bouri, E., & Saeed, T. (2021). Crude oil prices and clean energy stock indices: Lagged and asymmetric effects with quantile regression. *Renewable Energy*, 163, 288-299.
13. Dutta, A. (2017). Oil price uncertainty and clean energy stock returns: New evidence from crude oil volatility index. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1157-1166.



14. Elie, B., Naji, J., Dutta, A., & Uddin, G. S. (2019). Gold and crude oil as safe-haven assets for clean energy stock indices: Blended copulas approach. *Energy*, 178, 544-553.
15. European Commission. (1997). Communication from the Commission ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY White Paper for a Community Strategy and Action Plan.
16. European Commission (2020). *The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism explained*. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_20\\_24](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24) (Pristupljeno: 17.7.2023).
17. European Commission. (2019a). *Press remarks by President von der Leyen on the occasion of the adoption of the European Green Deal Communication*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/home/en> (Pristupljeno: 13.7.2023).
18. European Commission. (2019b). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - The European Green Deal. *Brussels European Commission*.
19. European Commission. (2023a). *Geothermal*. SETIS - SET Plan Information System. Dostupno na: [https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/geothermal\\_en](https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/geothermal_en) (Pristupljeno: 4.7.2023).
20. European Commission. (2023b). *Onshore wind energy*. Dostupno na: [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/onshore-wind-energy\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/onshore-wind-energy_en) (Pristupljeno: 4.7.2023).
21. European Commission. (2023c). *Solar energy*. Dostupno na: [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en) (Pristupljeno: 4.7.2023).
22. *European Parliament and the European Council, Directive (EU) 2018/2001 of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources*.
23. *European Parliament and the European Council, Directive 2001/77/EC of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market*
24. *European Parliament and the European Council, Directive 2009/28/EC of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*.
25. *European Parliament and the European Council, Regulation (EU) 2021/1119 of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')*.
26. *European Parliament and the European Council, Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999*

- of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652.*
27. Eurostat (2022). *Nuclear energy statistics - Statistics Explained*. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Nuclear\\_energy\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Nuclear_energy_statistics) (Pristupljeno: 20.6.2023).
  28. Eurostat (2023a). *Natural gas supply statistics – Statistics Explained*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/10590.pdf> (Pristupljeno: 24.6.2023).
  29. Eurostat. (2023b) *Electricity production, consumption and market overview - Statistics Explained*. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity\\_production,\\_consumption\\_and\\_market\\_overview](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview) (Pristupljeno:4.7.2023).
  30. Garside. (2022). *Global coal production share by country 2021 | Statista*. Statista. Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/265638/distribution-of-coal-production-worldwide/> (Pristupljeno: 23.6.2023).
  31. Geng, J. B., Liu, C., Ji, Q., & Zhang, D. (2021). Do oil price changes really matter for clean energy returns?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 150*, 111429.
  32. He, X., Mishra, S., Aman, A., Shahbaz, M., Razzaq, A., & Sharif, A. (2021). The linkage between clean energy stocks and the fluctuations in oil price and financial stress in the US and Europe? Evidence from QARDL approach. *Resources Policy, 72*, 102021.
  33. Henriques, I., & Sadorsky, P. (2008). Oil prices and the stock prices of alternative energy companies. *Energy Economics, 30*(3), 998-1010.
  34. Intercontinental Exchange (ICE). (2023). *ICE Futures and Options | Product Guide*. dostupno na: <https://www.ice.com/products/243/API2-Rotterdam-Coal-Futures> (Pristupljeno: 1.7.2023).
  35. Ivanov, V., & Kilian, L. (2001). *A practitioner's guide to lag-order selection for vector autoregressions* (Vol. 2685). London: Centre for Economic Policy Research.
  36. Investing.com (2023). *Rotterdam Coal Futures Chart*. Pristupljeno na 2.7.2023; Dostupno na: <https://www.investing.com/commodities/rotterdam-coal-futures-streaming-chart> (Pristupljeno: 2.7.2023).
  37. Jackson, P. (2007). *From Stockholm to Kyoto: A Brief History of Climate Change*. Dostupno na: <https://www.un.org/en/chronicle/article/stockholm-kyoto-brief-history-climate-change> (Pristupljeno: 16.7.2023).
  38. Kheiravar, K. H., Lawell, C. Y. L., & Jaffe, A. M. (2020). *The world oil market and OPEC: A structural econometric model*. Working paper, Cornell University.
  39. Kocaarslan, B., & Soytaş, U. (2019). Asymmetric pass-through between oil prices and the stock prices of clean energy firms: New evidence from a nonlinear analysis. *Energy Reports, 5*, 117-125.

40. Kumar, S., Managi, S., & Matsuda, A. (2012). Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis. *Energy Economics*, 34(1), 215-226.
41. Kurt, & Potters. (2022). *Benchmark Oils: Brent Crude, WTI, and Dubai*. Investopedia. Dostupno na: <https://www.investopedia.com/articles/investing/102314/understanding-benchmark-oils-brent-blend-wti-and-dubai.asp> (Pristupljeno: 1.7.2023).
42. Lv, X., Dong, X., & Dong, W. (2021). Oil prices and stock prices of clean energy: New evidence from Chinese subsectoral data. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57(4), 1088-1102.
43. Maghyereh, A., & Abdoh, H. (2021). The impact of extreme structural oil-price shocks on clean energy and oil stocks. *Energy*, 225, 120209.
44. Managi, S., & Okimoto, T. (2013). Does the price of oil interact with clean energy prices in the stock market?. *Japan and the world economy*, 27, 1-9.
45. Naser, H., & Rashid, A. (2018). Oil price shocks and stock market performance in the BRICs: some evidence using FAVAR models. *Economics Issues*, 23(2), 85-108.
46. Nasreen, S., Tiwari, A. K., Eizaguirre, J. C., & Wohar, M. E. (2020). Dynamic connectedness between oil prices and stock returns of clean energy and technology companies. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121015.
47. NOUICER A. , KEHOE A., NYSTEN J., FOUQUET D., HANCHER L.& MEEUS L. (2020). *The EU clean energy package (ed. 2020)*, Florence School of Regulation, Energy, 2020
48. Nuclear Energy Institute (NEI). (2022). *Top 15 Nuclear Generating Countries*. Dostupno na: <https://www.nei.org/resources/statistics/top-15-nuclear-generating-countries> (Pristupljeno: 20.6.2023).
49. OPEC (2023a): *Member Countries*. OPEC. Dostupno na: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/25.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/25.htm) (Pristupljeno: 17.6.2023).
50. OPEC (2023b): *Brief History*. OPEC. Dostupno na: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/24.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm) (Pristupljeno: 17.6.2023).
51. OPEC (2023c): *OPEC Share of World Crude Oil Reserves*. OPEC. Dostupno na: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/330.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/330.htm) (Pristupljeno: 17.6.2023).
52. Pham, L. (2019). Do all clean energy stocks respond homogeneously to oil price?. *Energy Economics*, 81, 355-379.
53. Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). *Energy*. Published online at OurWorldInData. org. Dostupno na: <https://ourworldindata.org/energy> (Pristupljeno: 23.5.2023).
54. Rybár, R., Kudelas, D., & Beer, M. (2015). Selected problems of classification of energy sources-What are renewable energy sources?. *Acta Montanistica Slovaca*, 20(3).

55. S&P Dow Jones Indices. (2023). *S&P Global Clean Energy Index*. Dostupno na: <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/esg/sp-global-clean-energy-index/> (Pristupljeno: 7.7.2023).
56. Sadorsky, P. (2012). Correlations and volatility spillovers between oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies. *Energy economics*, 34(1), 248-255.
57. Savaresi, A. (2016). The Paris Agreement: a new beginning?. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 34(1), 16-26
58. Shao, L., Zhang, H., Chen, J., & Zhu, X. (2021). Effect of oil price uncertainty on clean energy metal stocks in China: Evidence from a nonparametric causality-in-quantiles approach. *International Review of Economics & Finance*, 73, 407-419.
59. Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48.
60. Sims, C. A. (2000). Using a likelihood perspective to sharpen econometric discourse: Three examples. *Journal of econometrics*, 95(2), 443-462.
61. Societe Generale. (2023). *European Renewable Energy Total Return Index*. Dostupno na: <https://sgi.sgmarkets.com/en/index-details/ERIX> (Pristupljeno: 7.7.2023).
62. Steiner, G., Stark, W., Pilz, H., & Hutterer, H. (2000). Analysis of the fundamental concepts of resource management. *Wien, Austria: GUA-Gesellschaft fur Unfastened Analyse GMB Secshauser Strasse. p83a-1150*.
63. Streck, C., Keenlyside, P., & Von Unger, M. (2016). The Paris Agreement: a new beginning. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 13(1), 3-29.
64. Tardi, C. (2022). *What Is The Kyoto Protocol? Definition, History, Timeline, Status*. Investopedia. Dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/k/kyoto.asp> (Pristupljeno: 16.7.2023).
65. Trading Economics.(2023a). *Brent Crude Oil*. Dostupno na: <https://tradingeconomics.com/commodity/brent-crude-oil> (Pristupljeno: 1.7.2023).
66. Trading Economics.(2023b). *EU Natural Gas*. Dostupno na <https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas> (Pristupljeno: 1.7.2023).
67. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2014) *Benchmarks play an important role in pricing crude oil*. U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics And Analysis. Dostupno na: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=18571> (Pristupljeno: 1.7.2023).
68. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022a). *Where Our Oil Comes From*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/where-our-oil-comes-from.php> (Pristupljeno: 17.6.2023).
69. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022b). *Nuclear explained*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/> (Pristupljeno: 20.6.2023).

70. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022c). *Coal explained*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/> (Pristupljeno: 23.6.2023).
71. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022d) *Natural gas explained*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/> (Pristupljeno: 25.6.2023).
72. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023a). *Biomass explained*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/> (Pristupljeno: 4.7.2023).
73. U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023b). *Hydropower explained*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/> (Pristupljeno: 4.7.2023).
74. United Nations (2022). *Marking the Kyoto Protocol's 25th anniversary*. Dostupno na: <https://www.un.org/en/climatechange/marking-kyoto-protocol%E2%80%99s-25th-anniversary> (Pristupljeno: 16.7.2023).
75. United Nations Climate Change (2022a). *The Rio Conventions*, dostupno na: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-rio-conventions> (Pristupljeno 16.7.2023)
76. United Nations Climate Change. (2022b). *What is the Kyoto Protocol?* Dostupno na: from [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol) (Pristupljeno: 16.7.2023).
77. WilderShares. (2021). *Clean Energy ECO*. Dostupno na: <https://wildershares.com/about.php> (Pristupljeno: 6.7.2023).
78. World Bank. (2018). *What triggered the oil price plunge of 2014-2016 and why it failed to deliver an economic impetus in eight charts*. World Bank Blogs. Dostupno na: <https://blogs.worldbank.org/developmenttalk/what-triggered-oil-price-plunge-2014-2016-and-why-it-failed-deliver-economic-impetus-eight-charts> (Pristupljeno: 1.7.2023).
79. Wu, X. F., & Chen, G. Q. (2019). Global overview of crude oil use: From source to sink through inter-regional trade. *Energy Policy*, 128, 476-486.
80. Ycharts. (2023a). *WilderHill Clean Energy Index (^ECO)*. Dostupno na: <https://ycharts.com/indices/%5EECO> (Pristupljeno: 7.7.2023).
81. Ycharts. (2023b). *S&P Global Clean Energy Index (^SPGCNRG)*. Dostupno na: <https://ycharts.com/indices/%5ESPGCNRG> (Pristupljeno: 7.7.2023).
82. Ycharts. (2023c). *European Renewable Energy Index Total Return (^ERNRGTR)*. Dostupno na: <https://ycharts.com/indices/%5EERNRGTR> (Pristupljeno: 7.7.2023).
83. Yılançı, V., Özgür, Ö. N. D. E. R., & Altınsoy, A. (2022). The Dependence Of Clean Energy Stock Prices On The Oil And Carbon Prices: A Nonlinear Perspective. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 56(2).
84. Zhao, X. (2020). Do the stock returns of clean energy corporations respond to oil price shocks and policy uncertainty?. *Journal of economic structures*, 9, 1-16.
85. Zivot, E., & Wang, J. (2006). Vector autoregressive models for multivariate time series. *Modeling financial time series with S-PLUS®*, 385-429.